

Studier av metoder för plantering
av gran och tall på åkermark i
södra och mellersta Sverige

*Studies of Methods employed in the Planting of
Picea abies (L.) H. Karst. and Pinus silvestris L.
on Farm Land in Southern and Central Sweden*

av

ULF BÄRRING

SKOGSHÖGSKOLAN
ROYAL COLLEGE OF FORESTRY
STOCKHOLM

M received April 24th 1967

ESSELTE AB. STNLM 67
712402

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Förord.....	7
Inledning.....	10
Kap. 1. Terminologi och beteckningar.....	11
Kap. 2. Anteckningar om åkerplanterings omfattning och betydelse.....	13
2.1. Nuvarande åkerplantering i historisk belysning.....	13
2.2. Skoglig betydelse och omfattningen av nuvarande åkerplantering...	14
Kap. 3. Allmän uppläggning av undersökningen.....	15
Kap. 4. Metoder vid anläggning, beskrivning och revision av försöksytorna.....	18
4.1. Jordart.....	18
4.2. Vegetation.....	19
4.3. Övriga observationer och anteckningar.....	24
4.4. Revisioner.....	24
4.5. Plantor.....	25
4.6. Plantering.....	27
4.7. Grärensning.....	27
Kap. 5. Försöksytorna.....	28
Kap. 6. Bearbetning och redovisning av materialet.....	31
Kap. 7. Avläsning av planteringsresultat.....	33
Kap. 8. Lufttemperatur och nederbörd under undersökningsperioden.....	35
Kap. 9. Om årsmånens och plantkvalitetens betydelse.....	37
9.1. Årsmån.....	37
9.2. Plantkvalitet.....	38
Kap. 10. Jämförelse mellan några manuella planteringsmetoder.....	40
10.1. Litteratur.....	40
10.2. Använda planteringsmetoder.....	41
10.3. Försöksytorna.....	43
10.4. Överlevelseprocenten.....	44
10.5. Plantutvecklingen.....	49
10.6. Sammanfattning.....	50
Kap. 11. Plantering med och utan fläckhackning.....	52
11.1. Litteratur.....	52
11.2. Försöksytorna.....	55
11.3. Överlevelseprocenten.....	57
11.4. Plantutvecklingen.....	59
11.5. Fläckhackningens inverkan på vegetationens svårighetsgrad.....	62
11.6. Om näringstillståndet hos granplantor efter fläckhackning.....	63
11.7. Diskussion.....	64
11.8. Sammanfattning.....	65
Kap. 12. Plöjningsmetodens inverkan på planteringsresultatet och vegetationen...	67
12.1. Litteratur.....	67
12.2. Studerade plöjningsmetoder.....	67
12.3. Försöksytorna.....	69

	Sid.
12.4. Tiltplöjning.....	70
12.4.1. Plantering på tunna och tjocka tältor.....	70
12.4.2. Plantering efter höst- och vårplöjning.....	72
12.4.3. Jämförelse mellan några planteringsmetoder i anslutning till tiltplöjning.....	73
12.4.4. Jämförelse mellan plantering i markyta och på tunn, enkel tälta.....	74
12.5. Plantering på helplöjt och oplöjt fält.....	79
12.6. Om plöjnings inverkan på vegetationen.....	82
12.6.1. Helplöjning.....	82
12.6.2. Tiltplöjning.....	84
12.6.3. Diskussion.....	84
12.6.4. Praktiska konsekvenser.....	87
12.7. Diskussion om plöjningsmetoder.....	88
12.8. Sammanfattning.....	94
Kap. 13. Herbicidens inverkan på planteringsresultatet och vegetationen.....	96
13.1. Litteratur.....	96
13.2. Använda herbicider och deras egenskaper.....	98
13.2.1. Använda herbicider.....	98
13.2.2. Några egenskaper hos använda herbicider.....	98
13.3. Försöksmetoder.....	103
13.3.1. Appliceringsteknik.....	103
13.3.2. Registrering av behandlingseffekten på vegetationen.....	104
13.3.3. Jämförelse mellan subjektiv och objektiv metod för att fastställa herbicideffekten å vegetationen.....	106
13.4. Resultat.....	108
13.4.1. Besprutning av vegetationen med bladherbicider intill skyddade och oskyddade plantor.....	108
13.4.2. Om doseringens betydelse.....	111
13.4.3. Planteringsresultatet inom herbicid och dosering.....	113
13.5. Några faktors betydelse för herbicidens inverkan på planteringsresultatet.....	115
13.5.1. Jordarten.....	116
13.5.2. Vegetationen.....	121
13.5.3. Planteringsmetoden.....	124
13.6. Jämförelse mellan herbicider.....	125
13.7. Några faktors betydelse för besprutningseffekten.....	128
13.7.1. Vegetationen.....	128
13.7.2. Effekten på vegetationen vid besprutning av skyddade och oskyddade plantor.....	133
13.8. Om näringstillståndet hos granplantor efter herbicidanvändning..	134
13.9. Jämförelse mellan plantering med och utan efterföljande herbicidanvändning.....	138
13.10. Diskussion.....	143
13.11. Praktiska tillämpningar av försöksresultaten.....	147
13.12. Sammanfattning.....	148
Kap. 14. Övriga studerade metoder för att motverka vegetationens konkurrens med skogsträdsplantor.....	150
14.1. Pappmanschetter.....	150
14.2. Val av plantstorlek.....	150
14.3. Trädslagsval.....	153
14.4. Borttagning av matjord.....	154
Kap. 15. Sorkskador.....	158
15.1. Sorkskadors samband med vegetationens riklighet.....	158
15.2. Plantutvecklingen efter sorkskador vid plantering i grässval, på tälta och efter herbicidanvändning.....	160
15.3. Diskussion.....	161

	Sid.
Kap. 16. Vårvinterskador.....	164
16.1. Upptäckt av skadorna.....	164
16.2. Revision av vårvinterskador.....	165
16.3. Bearbetning och redovisning av insamlat material.....	166
16.4. Exempel på omfattning och utbredning av vårvinterskador 1964	167
16.5. Vårvinterskadors utbildning i olika försöksled.....	168
16.5.1. Fläckhackning.....	168
16.5.2. Tiltplöjning.....	171
16.5.3. Planteringsmetoder.....	172
16.5.4. Plantstorlekar.....	172
16.5.5. Herbicidanvändning.....	172
16.5.6. Jämförelse mellan fläckhackning och herbicidanvändning	179
16.5.7. Översikt av vårvinterskadors uppträdande.....	181
16.5.8. Jämförelse mellan tall och gran.....	181
16.5.9. Tidsintervall mellan plantering och vårvinterskadors upp- trädande.....	182
16.5.10. Jämförelse mellan provenienser.....	183
16.6. Olika ståndortsförhållandens betydelse.....	184
16.7. Vårvinterskadors vidare utveckling.....	186
16.7.1. Överlevelseprocenten.....	186
16.7.2. Plantutvecklingen.....	188
16.8. Sannolika orsaker till vårvinterskadors uppkomst.....	190
16.8.1. Svampangrepp.....	190
16.8.2. Frostinverkan.....	191
16.8.2.1. Några olika typer av frostsador.....	191
16.8.2.2. Några fysiologiska och ekologiska faktorer av betydelse för vinterhärdighet.....	193
16.9. Vissa meteorologiska uppgifter för åren 1961—1964, jämte mikro- meteorologiska mätningar 1964—1966.....	194
16.9.1. Meteorologiska uppgifter.....	194
16.9.2. Mikrometeorologiska mätningar.....	204
16.9.2.1. Minimitemperatur över gräsbevuxen markyta och över tilta.....	206
16.9.2.2. Jordtemperatur och tjäle.....	207
16.10. Diskussion.....	218
16.11. Övriga faktorer av betydelse för vårvinterskadors utbildning....	225
16.12. Praktiska tillämpningar av undersökningsresultaten.....	226
16.13. Sammanfattning.....	228
Kap. 17. Jämförelse mellan maskinplantering och handplantering.....	231
17.1. Inledning.....	231
17.2. Försöksmetoder.....	232
17.3. Resultat.....	233
17.4. Diskussion.....	234
Kap. 18. Anteckningar om vegetationsförhållanden på försöksytor.....	236
Kap. 19. Jämförelse mellan fläckhackning, herbicidbesprutning och tiltplöjning...	238
Kap. 20. Om vegetationens inverkan på planteringsresultatet samt betydelsen av åtgärder mot vegetationen.....	241
20.1. Om vegetationens inverkan på planteringsresultatet.....	241
20.2. Betydelsen av åtgärder mot vegetationen.....	243
20.3. Diskussion och slutsatser.....	246
Kap. 21. Utvärdering av undersökningsresultaten.....	248
21.1. Tillämpligheten av resultaten.....	248
21.2. Om användbarheten av olika metoder vid åkerplantering.....	248
Kap. 22. Allmän sammanfattning.....	253
Anförd litteratur.....	259
Summary in English.....	274
Bilagor.....	313

Förord

Denna undersökning har utförts vid institutionen för skogsföryngring vid Skogshögskolan. Genom förmedling av tillförordnade institutionsföreståndaren EINAR HUSS och professor ERIC STEFANSSON erhöll jag åren 1959—1960 uppdraget att undersöka planteringsmetoder vid överföring av nedlagd åker till skog. Uppdraget har handhåfts som självständigt forskningsuppdrag. Redan före 1959 hade institutionen utlagt försöksytor på åkermark. Ytorna ingick i speciella försöksserier. Erfarenheter från ytorna har kunnat utnyttjas i denna undersökning.

För undersökningens genomförande står jag i stor tacksamhetsskuld till många personer.

Laborator EINAR HUSS och professor ERIC STEFANSSON tackar jag varmt för att ha fått uppdraget till undersökningen och för stöd och uppmuntran i diskussioner i anslutning till denna. Min nuvarande chef professor GUSTAF SIRÉN har på allt sätt understött undersökningens avslutande dels genom att ställa personella och ekonomiska resurser till förfogande, dels genom att granska manuskriptet och föreslå förbättringar i skilda avseenden. Jag har även erhållit anvisning på litteratur. För allt detta framför jag ett varmt tack.

Tankar av tacksamhet går även till framlidne professor LARS TIRÉN, tidigare min chef vid avdelningen för skogsföryngring vid Statens skogsforskningsinstitut. Genom att utnyttja professor TIRÉNS pionjärinsats rörande teknik vid utläggning av skogliga föryngringsförsök har försöksanläggning i hög grad underlättats.

Professor BERTIL MATÉRN och byrådirektör OLLE PERSSON vid institutionen för matematisk statistik har bistått vid den statistiska bearbetningen av materialet. Professor BERTIL MATÉRN har även lämnat värdefulla och lärorika synpunkter på manuskriptet. Jag riktar ett varmt tack till dessa personer för deras betydelsefulla hjälp.

Professor CARL OLOF TAMM vid institutionen för växtekologi och marklära har genomläst Kap. 16 och givit anvisningar vid barrprovsinsamling. Barranalyser har även kunnat utföras vid nämnda institution. Jag har vidare erhållit värdefulla litteraturanvisningar och på ett lärorikt sätt fått diskutera försöksresultat. Jag känner stor tacksamhet för den hjälp jag erhållit.

Professor emeritus M. G. STÅLFELT har ställt sig till förfogande för

diskussioner av fysiologiska problem med anledning av inträffad skadegörelse på granplantor vårvintern 1964 (Kap. 16). Värdefulla synpunkter har delgivits mig, för vilket jag framför ett varmt tack.

Meteorolog, fil. kand. HANS ODIN vid institutionen för skogsföröryngning har nedlagt mycken tid i diskussioner av mikrometeorologiska och mättekniska frågor samt har personligen deltagit i fält vid etablering av mätstationer. Jag framför ett uppriktigt tack för den utmärkta hjälp jag erhållit. Detta tack riktar jag även till förste statsmeteorolog H. MODÉN, Sveriges Meteorologiska och hydrologiska institut, för meteorologiska data, som jag erhållit.

Professor SIGVARD ANDERSSON vid institutionen för lantbrukets hydroteknik vid Lantbrukshögskolan har tillverkat tjälmätare som använts i undersökningen samt ställt övrig materiel som underlättar mätarnas användning till mitt förfogande. Jag har vidare fått tillfälle att diskutera frågor rörande tjälbildning och tjällossning. För den utomordentliga hjälpsamhet som visats mig står jag i stor tacksamhetskuld.

Till laborator BENGT AGER, Skogshögskolan, framför jag ett tack för värdefulla synpunkter på vissa avsnitt av avhandlingen.

Skogstekniker KURT HOLM deltog i fältarbete under åren 1962—1965 och har från och med år 1963 självständigt anlagt och reviderat försöksytor. För det utmärkta sätt på vilket dessa uppgifter genomförts, ej sällan under besvärliga yttre förhållanden, är jag stort tack skyldig. Övrig personal på institutionen tackar jag för biträde i fältarbete vid skilda tillfällen.

Endast genom intresse från ett stort antal markägare och deras förvaltande personal har försöksytorna kunnat anläggas i planerad omfattning.

Jag riktar ett varmt tack till skogschef ROLF SKÄRBY med medarbetare på Boxholms Bruks AB för aldrig svikande hjälp och intresse för undersökningen.

Förvaltare THORE SVENSSON och skogsvaktare GUNNAR CANESTEDT, Sjösa gård, tackar jag för förnämlig hjälp vid genomförande av fältarbete.

Länsjägmästare CARL-OLOF BOSSON, jägmästare TORE TEJLE på skogsvårdsstyrelsen i Östergötlands län, rektor LENNART STARRÄNG och övrig personal på styrelsens skogsbruksskola i Västerby har på allt sätt understött försöksytors etablering och tillsyn. Jag framför ett tack för detta.

Före detta länsjägmästaren i Södermanlands län, byråchef ERIK SILLERSTRÖM har genom jägmästare LARS SUNDIN medverkat vid rekog-

noscering av försökslokaler och har även ställt material till förfogande som belyser förekomst av vissa vinterskador i granplanteringar (Kap. 16) i Södermanlands län. Jag har även kunnat jämföra maskinplantering och manuell plantering genom att få utnyttja maskiner som skogsvårdsstyrelsen använder i sin entreprenadverksamhet. För det tillmötesgående som kommit mig till del tackar jag varmt.

Genom medverkan av länsjägmästare KARL-EINAR BJÖRKHEM i Älvsborgs län och nuvarande länsjägmästare GUNNAR PALMERIUS i Skaraborgs län blev det möjligt att utföra sådana jämförelser även i Älvsborgs län. Jag uttalar ett tack för det bistånd jag erhållit.

Till distriktsjägmästare GREGER CARPELAN Skogssällskapet, Stockholm, förvaltare RAGNAR DANIELSSON Stegeborgs gård, skogscheferna DAVID HEINSTEDT Graningevarken och ANDERS LUNDBERG Hofors Bruk, skogsförvaltare RUNE LUNDGREN Överums Bruk, greve GÖSTA MÖRNER Thorönsborgs Egendom samt övriga, vilka med värdefullt bistånd möjliggjort försöksytors anläggning, riktar jag ett varmt tack.

Förste bibliotekarie, fil. lic. INGRID MATÉRN och hennes medarbetare vid Skogsbiblioteket har lämnat en förstklassig litteraturservice.

Föreståndaren för räknekontoret vid institutionen för skogsförnygring fru EIVOR HEDQVIST har med medarbetare utfört räkne- och skrivmaskinsarbete. Tuschning av figurer har handhåfts av Skogshögskolans ritkontor under ledning av fru ANNELIESE NEUSCHEL. Jag tackar nämnda personer för väl utförda arbeten.

Mr P. E. BURKE och Mrs E. MARSHALL utförde översättning av den engelska sammanfattningen genom förmedling av Mr JEREMY FLOWER-ELLIS, assistent vid institutionen för växtekologi och marklära vid Skogshögskolan. Mr FLOWER-ELLIS har översatt och rättat engelsk tabell- och figurtext samt facktermer i den engelska sammanfattningen. För visad hjälpsamhet tackar jag varmt.

Fru ELSA HUMBLE och fru WALBORG OLSSON har biträtt vid korrekturläsning. Jag står i stor tacksamhetsskuld till dessa personer för deras omsorgsfulla arbete.

Ingenjör BENGT GULLFELT och jägmästare ALF von PISTOHLKORS, AB Plantex, samt direktör STEN KARLBERG och jägmästare STEN WENNBERG, Gullviks Fabriks AB, har ställt herbicider till förfogande för undersökningen samt lämnat upplysningar i frågor rörande dessa. Jag uttalar ett varmt tack till dessa personer för deras tillmötesgående.

Stockholm i april 1967.

Ulf Bärning

Inledning

De första försöksytorna i undersökningen anlades år 1959. I större omfattning kom försöksverksamhet igång först år 1960. Utläggning av ytor pågick till och med år 1965. Sammanlagt utlades 75 ytor.

Den mera rutinmässiga bearbetningen av insamlat material har skett fortlöpande. Revisioner av försöksytor följer institutionens schema, Kap. 4. Om vid sammanställning av material som kontinuerligt insamlas, krav finns att varje yta bör ha uppnått en viss ålder, uppstår frågan när bearbetning för publicering skall ske för att materialet skall utnyttjas på bästa sätt. Frågan har ej närmare penetrerats. Vid den valda tidpunkten hade huvuddelen försöksytor uppnått 3 års ålder, och nära halva antalet ytor 5 års ålder.

I avhandlingen ingår 1966 års revisioner, utom beträffande Kap. 13, som grundar sig på revisioner till och med år 1965. I ett avsnitt, 13.9., där behov av största möjliga erfarenhetsmaterial förelegat, har även uppgifter från revision år 1966 inarbetats efter det avsnittet först var färdigställt. Uppgifter härifrån utnyttjades även i något fall då därigenom frågeställning kunnat ges ökad belysning.

Primärmaterialet till huvuddelen av beräkningarna redovisas. Endast i några mindre väsentliga avsnitt saknas en sådan redovisning. Allt grundmaterial inklusive fullständiga försöksplaner till ytorna finns tillgängligt på institutionen.

Det dominerande trädslaget i undersökningen är gran, Kap. 5. Enligt en av Kungl. Lantbruksstyrelsen och Kungl. Skogsstyrelsen år 1958 genomförd »Utredning angående överförande av sämre jordbruksmark till skogsmark» förutsattes att huvuddelen av den överförda arealen kommer att planteras med gran.

I undersökningen har endast orotat plantmaterial använts. Den av institutionen under ledning av professor GUSTAF SIRÉN påbörjade försöksverksamheten med rotat plantmaterial startades i denna undersökningens slutskede. Rotat plantmaterial har därför ännu ej kunnat medtagas i undersökningen.

En del försöksresultat har tidigare preliminärt berörts i uppsatser 1962, 1963 a, 1965 a, som diskussionsinlägg i av Skogshögskolan och Föreningen Skogsträdsförädling anordnat symposium »Skogsodling och skogsodlingsmekanisering i Norrland», Stockholm 1966, (sid. 148, 264, 273—4) samt i Kemiska bekämpningsmedel 1967, LT:s förlag.

Alla fotografier har tagits av författaren om fotograf ej angivits (fig. 12.16. och 16.1.).

Kap. 1. Terminologi och beteckningar

Försöksled: Behandling, föremål för undersökning på försöksyta. Försöksled kan utgöras av planteringsmetod, planteringsmetod i kombination med markbehandlingsmetod, etc.

Herbicidterminologi: Namn på herbicider är godkända av Weed Society of America, se Weeds 10 (1962): 255 och senare kompletteringar i tidskriften. I flertalet fall är benämningarna även antagna av International Organization for Standardization (ISO), jfr JOHANSSON—STENMARK (1967). Övrig terminologi, jfr BÄRRING (1965 b).

Avgångsprocent: Avgångna plantor i procent av planterade plantor.

Planteringsmetod: Benämning på förfarande vid plantering med olika redskap på förefintligt underlag. Olika markbehandlingsmetoder inrymmer ej i benämningen, jfr Kap. 3.

Växtnomenklatur: Denna följer förteckning av HYLANDER (1955). Då auktor till olika arter angivits i förteckningen användes latinska namn på växter i text och tabeller utan angivande av auktor. Efter latinska namn på växter i utländska undersökningar utsattes av respektive författare angiven auktor, utom på arter, vilkas latinska namn upptages av HYLANDER.

Åkermark: Sammanfattande benämning på jordbruksmark, som användes för bete, vallbruk, sädesodling eller odling av andra jordbruksprodukter. Vegetationen skall dessutom vittna om sen odling eller användning. Gammal, numera skogbevuxen svedjemark eller igenvuxna slåtterängar hänföres således ej till åkermark.

E_1, E_2 = effekt efter 1, respektive 2 vegetationsperioder på vegetation av herbicidbesprutning, jfr 13.3.2.

H_0, H_1, \dots = planthöjd i cm vid plantering, respektive 1 vegetationsperiod efter plantering osv., jfr 4.4.

M = medelvärde

N = antal

ppm = delar per million

P = risknivå, procent, vid hypotesprövning

r = korrelationskoefficient

t = kvot mellan medelvärde och medelfel eller mellan medeldifferens och medelfel

SMHI = Sveriges Meteorologiska och hydrologiska institut

- V = plantvitalitet, jfr 4.4. Index 1—5 avser revisionstillfälle efter plantering
- V.r.s. = vegetationens relativa svårighetsgrad med hänsyn till det tryck vegetationen utövar på barrträdsplanter, jfr 4.2.
- Öp₁, Öp₂, ... = överlevelseprocent, 1 respektive 2 vegetationsperioder osv. efter plantering, jfr 4.4. Någon gång användes årtal som index, t. ex. Öp₁₉₆₁. I exemplet avses överlevelseprocent vid ordinarie revision 1961.
- *, **, *** = respektive 5-, 1- och 0,1-procents signifikans. Om mer än två metoder testats och medelvärden upptages i tabeller, anger utsatta asterisker signifikans i jämförelse med standardmetoden.

Kap. 2. Anteckningar om åkerplanterings omfattning och betydelse

2.1. Nuvarande åkerplantering i historisk belysning

Sedan jordbruk började vinna insteg i Sverige, ca 3000—4000 år f. Kr., har förhållandet mellan den för åkerbruk och boskapsskötsel anlitade jorden och skogen växlat. Där förhållandena var lämpliga utbildades med tiden våra dagars slättbygder. På andra håll med sämre förutsättningar eller efter förändrade brukningssätt erövrade skogen åter genom självsådd den uppodlade marken, svedjelanden, slätterängarna.

Befolkningstillväxt, missväxtår och en efter våra förhållanden extensiv jordbruksdrift bidrog till att skogsmark i södra Sverige i växande omfattning togs i anspråk för jordbruksdrift, som i stor utsträckning baserades på lövängs- och hagmarksbruk för boskapsskötsel. Med vallodlingens genombrott under 1800-talet förändrades emellertid det sydsvenska landskapet genom att slätterängar och hagmarker lades under plogen.

Extensiv drift och otillräcklig gödning ledde i många fall till utarmning av jorden, som övergavs och ibland blev öde, ljunghäcker i Skåne, Halland och Västergötland. Understundom inträffade jordförstöring varvid impediment tillskapades, i Bohuslän.

Med trävaruhandelns och senare massaindustrins växande betydelse ökade emellertid skogens värde. Även den tilltagande bristen på närbelägen skog för bränsle och som råvara för tillverkning av diverse förnödenheter bidrog till att på sina håll röster höjdes för skogsodling av kala marker.

Framsynta personer började under 1800-talet plantera skog på före detta jordbruksjord. Redan omkring 1820 utfördes skogsodlingar i Halland på sådana marker, MALMSTRÖM (1939). Först mot slutet av århundradet tog emellertid denna verksamhet större fart. De första »åkerplanteringarna» i stor skala var härmed ett faktum.

En källa till bekymmer för statsmakterna under 1800-talet var ekskogarnas tillstånd. Ektillgångarna ansågs i början av 1800-talet otillräckliga för flottans behov. Landets ekonomi tillät inte import av ekvirke. För att på sikt trygga tillgången beslutade Sveriges riksdag 1829 att ekplantering årligen skulle ske på en areal av 125 tunnland. Vi-

singsö utsågs som första planteringsområde. Där kom planteringen i gång i början av 1830-talet, till betydande del på jordbruksmark, ÅKERHJELM (1950).

Den begynnande industrialiseringen fortskred under 1800- och 1900-talen. Intensifierad jordbruksforskning avlockade marken stegrade skördar, som under 1900-talet tidvis medförde överproduktion. Fördyrade omkostnader orsakade att en del av den odlade jorden blev oekonomisk att bruka.

Utvecklingen i Sverige är ej enastående. I en doktorsavhandling 1964 visar PETRINI att liknande tendenser råder i ett flertal länder tillhörande det norra barrskogsområdet.

För utförligare uppgifter om den i korthet skildrade utvecklingen hänvisas läsaren bl. a. till:

WIBECK (1909), DANIELSSON (1918), SCHOTTE (1923), SERNANDER (1924), JUHLIN-DANNFELT (1925), LINDNER (1935), MALMSTRÖM (1937, 1951), LINDQUIST (1938), ÅKERHJELM (1946), HÅKANSSON (1948), ERIKSSON (1955), SELANDER (1955), STENBERGER (1964), SJÖBECK (1966).

2.2. Skoglig betydelse och omfattningen av nuvarande åkerplantering

Av en av Kungl. Lantbruksstyrelsen år 1960 framlagd utredning framgår det att lantbruksnämnderna bedömt att en areal av 530 000 ha jordbruksmark kan överföras till skogsproduktion utan att tillstånd för plantering erfordras. Arealen utgöres av drygt 60 procent åker, resten är betes- och hagmarker. I senare beräkningar inom 1960 års jordbruksutredning, SOU 1964: 37, WETTERHALL (1964), skulle nedläggningen för tiden 1961—1975 uppgå till 650 000 ha, om hänsyn tages till den accelererande nedläggning som konstaterats i slutet av 1950-talet och början av 1960-talet.

En areal av 650 000 ha utgör nära 3 procent av landets skogsmarksareal. Med hänsyn till den bättre boniteten å jordbruksjorden torde emellertid den nämnda arealen motsvara 7—10 procent av skogsmarkens virkesproducerande förmåga. Beaktas vidare den bättre belägenheten i förhållande till skogsmarken i genomsnitt är det sannolikt att skogsmarkens värdeavkastning, baserad på virkesproduktion, kommer att öka drygt 10 procent, om nämnda åkerareal överföres till skogsproduktion. Genomföres skogsodlingen planmässigt med avsett resultat medger tillskottet dessutom att avverkningarna redan nu kan höjas.

Omfattningen av nuvarande åkerplantering framgår av nämnda utredningar. Enligt WETTERHALL (1964) har planteringarna ökat från ca 6 000 ha/år 1957—1958 till 17 000—18 000 ha/år 1961—1962.

Kap. 3. Allmän uppläggning av undersökningen

Undersökningens syfte har varit att inhämta information som möjliggör att i olika situationer avgöra vilka metoder som bör användas vid åkerplantering. För sådana avgöranden erfordras kunskaper dels om skilda metoders inverkan på planteringsresultatet, dels om kostnader för olika förfaranden vid plantering.

Undersökningen har i huvudsak koncentrerats till ett studium av planteringsresultatet.

Planteringsförfarandet i vid bemärkelse kan varieras bl. a. med hänsyn till:

1. metod för bekämpning av konkurrerande vegetation
2. metod för markbearbetning
3. metod för plantering
4. plantmaterialets egenskaper (trädslag, storlek, kvalitet).

Dessa variabler har blivit föremål för en olika långt driven systematisk granskning. Motiven härför beröres kortfattat i fortsättningen.

På planteringsresultatet inverkar vidare bl. a. följande faktorer, som är mer eller mindre påverkbara:

5. ståndortsförhållanden (t. ex. vegetation, jordart, markfuktighet)
6. väderleksförhållanden
7. skadegörare.

En uppfattning om ståndortsförhållandens betydelse erhöles genom att olika sådana representerades på ytorna. Genom att försöksytor utlades under ett flertal år bör förutsättningarna öka att väderlekens inflytande på planteringsresultatet utjämnas. I vilken utsträckning detta kan antagas ha skett beröres i Kap. 8. Därjämte kan möjligheter erhållas att studera inverkan av varierande väderlek. Inverkan av skadegörare är en ej påverkbar faktor i den mån deras uppträdande är oförutsett eller okontrollerbart. Genom använda metoder för försöksytornas anläggning, se nedan och Kap. 4, kan emellertid skadegörelsens beroende av representerade försöksled studeras på ett reproducerbart sätt.

Den vikt som tillmätts faktorerna 1—4 avgjordes vid undersökningens början med hänsyn till den betydelse dessa faktorer bedömdes ha för planteringsresultatet. Till grund för bedömningen låg följande sakförhållanden:

Vegetationsbekämpning och markbearbetning. Eftersom markbearbetning även påverkar vegetationsförekomsten sammanföres åtgärderna här.

Forskningsresultat från skogsmark, Kap. 11, visar att begränsning av vegetationens konkurrens med barrträdsplanter kraftigt ökat plantöverlevelsen och även verkat tillväxtfrämjande. Då vegetationen ofta torde vara mera besvärande på åkermark än på ordinär skogsmark låg det nära till hands att antaga att vegetationens inverkan på planteringsresultatet på åkermark var särskilt betydande. Metoder för att minska vegetationens konkurrens med planter har därför givits en framskjuten plats i undersökningen.

Metoder som främst behandlats är fläckupptagning, plöjning och herbicidbesprutning. Vissa andra metoder, användning av pappmanschetter och avlägsnande av matjord, har kunnat belysas.

Beträffande plöjning och herbicidbesprutning eftersträvades dels att med valda resultatkriterier nå fram till kunskap om det optimala utförandet av olika sådana metoder, dels att sinsemellan kunna värdera dessa och andra metoder för vegetationsbekämpning.

Planteringsmetod. Undersökningar på skogsmark, Kap. 10, visar klart att några stora skillnader i planteringsresultatet normalt ej föreligger vid jämförelse mellan manuella planteringsmetoder på skogsmark. Då planteringsresultatet varit det främsta resultatkriteriet i undersökningen ansågs frågan om lämpligt planteringsredskap vara av mindre intresse. Det ansågs likväl nödvändigt att undersöka om resultaten på skogsmark även var tillämpliga på åkermark. Då publicerade resultat av jämförelse mellan maskinplantering och handplantering saknas för svenska förhållanden bedömdes det vidare vara väsentligt att en uppfattning erhöles om hur maskinplantering förhöll sig till manuella metoder.

Plantmaterialets egenskaper. Av flera anledningar har de faktorer som sammanfattas i denna benämning ägnats mindre intresse. Användning av kraftiga planter på vegetationsrika lokaler är en sedan länge vedertagen praxis, 14.2. Då institutionen vidare bedriver separata undersökningar över plantmaterialets kvalitet har motiv saknats att här gå djupare in på dessa frågor. Av intresse är emellertid om särskilt stora planter erbjuder fördelar på vegetationsrik åkerjord. Denna fråga har berörts.

Undersökningen inriktades vidare på problemställningar vid metoder som ansågs ha de största förutsättningarna att bli rutinemässiga vid plantering på nedlagd åker. Metoder för vegetationsbekämpning som manuell gräsrensning, kontrollerad betning, plantering i skyddssäd har

ej studerats. Grärensning är en dyrbar och arbetskrävande metod som man strävar efter att komma bort ifrån. Rent praktiskt uppstår vidare vissa svårigheter att genomföra åtgärden på ytorna. De båda övriga metoderna bedömdes vara alltför speciella för att kunna inrymmas i undersökningen.

Instrumentet för att erhålla information var planteringsytor. Varje yta anlades under homogena förhållanden. Olika försöksled sammanhölls på ytorna av en genomgående standardmetod, 4.2., 4.6.

Resultatkriterier är i första hand överlevelseprocent och höjdtillväxt.

För att öka möjligheterna att generalisera undersökningsresultaten är en uppfattning om kausalsammanhang bakom försöksutslag av stor betydelse. Det har emellertid legat utanför undersökningens och möjligheternas ram att med egna undersökningar gå djupare in på hit hörande frågor. Genom att sammanställa kunskapsstoff och med hjälp av specialundersökningar har emellertid en generalisering eftersträfvats. Vissa tidsstudier av olika metoder utfördes på försöksytorna av docent GEORG CALLIN vid institutionen för skogsteknik I. Genom att resultat av dessa studier publicerats eller ställts till mitt förfogande har användbarheten av olika metoder även kunnat belysas från kostnadssynpunkt.

Under undersökningsperioden drabbades ytorna av 2 svåra kalamiteter, sorkskador vintern 1961/62, samt sannolikt klimatiskt betingade skador vårvintern 1964. Då det visat sig att båda skadorna kan påverkas genom använda metoder vid åkerplantering redovisas kalamiteterna (Kap. 15—16). När det gäller skadorna vårvintern 1964 tvingas författaren till relativt utförliga diskussioner.

I fortsättningen finns behov att särskilja planteringsmetod — med given definition — från en vidare innebörd som även innefattar åtgärder (vegetationsbekämpning, markbearbetning, etc.) i anslutning till själva plantsättningen. Uttryck som »plantering på åkermark», »förfaringssätt vid åkerplantering», »metoder vid åkerplantering» innefattar denna vidare betydelse, medan begreppet planteringsmetod hela tiden användes i den snävare betydelse som angivits i Kap. 1.

Kap. 4. Metoder vid anläggning, beskrivning och revision av försöksytorna

Försöksytorna anlades efter metoder som framlidne professor LARS TIRÉN (1952) utvecklat på institutionen. Ytorna utlades som blockförsök, i föreliggande fall oftast med 5 block. Försöksleden utlottades i varje block och representerades där av en plantrad om 30 plantor. Planteringsförbandet var $1,5 \times 1,5$ m.

Ytorna anlades på våren och reviderades på hösten efter den 1 augusti. Vid anläggningen beskrevs ytorna.

I detta kapitel lämnas en redogörelse över vissa allmänna principer vid ytornas anläggning. Tekniken vid olika behandlingsmetoder beröres i samband med att resultat av respektive behandlingsmetod redovisas.

4.1. Jordart

Jordarten på försöksytorna bestämdes genom grävning av 0,5—1 m djupa profilgropar. Följande jordartsindelning, i huvudsak efter ATTERBERG, jfr TIRÉN (1946) och TAMM (1948), tillämpades.

I. Starkt sorterade mineraljordarter

1. Blockjord, kornstorlek > 200 mm
2. Stenjord, » 200—20 mm
3. Grus, » 20—2 mm
4. Grovsand, » 2—0,6 mm
5. Mellansand, » 0,6—0,2 mm
6. Finsand, » 0,2—0,06 mm
7. Finmo, » 0,06—0,02 mm
8. Mjåla, » 0,02—0,002 mm
9. Lättlera, » $< 0,002$ mm; lerhalt 13—29 procent
10. Mellanlera, » $< 0,002$ mm; » 30—40 »
11. Styv lera, » $< 0,002$ mm; » 40—60 »

II. Svagt sorterade mineraljordarter

1. Ytstenig morän
2. Ytgrusig »

III. Osorterade mineraljordarter (moräner)

1. Grusig morän
2. Sandig »
3. Moig »

4. Mjällig morän
5. Lerig »
6. Moränlera

IV. Organogena jordarter

1. Kärrtorvjord
2. Mosstorvjord

Schemat överensstämmer i stora drag med det av TIRÉN (1952) använda schemat, men har utvidgats på några punkter, jfr EKSTRÖM (1926) och TAMM (1948). Vid förekomst av flera jordartslager i profilgroparna angives undre jordarten först i tabeller. Om matjordslagret, fränsett en naturlig högre halt av mullämnen, och beträffande lerorna en något lättare struktur, skiljer sig betydligt från den underliggande alven angives detta.

4.2. Vegetation

På hösten efter i allmänhet 1:a vegetationsperioden angavs på särskild blankett dominerande växter på ytorna. Växtexaminering utfördes med följande floror: BOLIN (1927), KROK—ALMQVIST (1948), HYLANDER (1953) samt HUBBARD (1954). Endast huvudformer av gräsarter angavs. Olika arters förekomst noterades med HULT—SERNANDERS täckningsgrader, HULT (1881), SERNANDER (1921). De högsta täckningsgraderna i systemet, riklig (r) och ymnig (y), som omfattar respektive 25—50 och 50—100 procents täckningsgrad, delades vardera upp i två klasser r— och r+, respektive y— och y+, vardera med lika klassbredd inom respektive täckningsgrad. På varje försöksyta angavs vidare i procent hur stor del av markytan som var täckt av vegetation. Gräsvegetationens täckningsgrad uppskattades antingen i fält eller beräknades med ledning av enskilda arters täckningsgrad.

För kvantitativ uppskattning av vegetationen vägdes i vissa fall denna på 0,5 m² stora ytor. Tio stycken sådana småytor utlottades per försöksyta. Med hjälp av en kortskaftad gräsrensningsslie avskars all vegetation intill markytan på småytor markerade med en träram. Vegetationen sorterades på gräs och örter och vägdes på en i fält medförd balansvåg, vindskyddat uppställd. Förfaringssättet var tidsödande och utfördes endast i vissa fall.

I olika sammanhang finns behov att på ett enkelt sätt karakterisera vegetationens riklighet. För detta ändamål utnyttjades en teknik som ursprungligen tillkom för att användas som komplement till beskrivning av effekten på vegetationen vid herbicidanvändning. Tekniken innebar att vegetationens relativa svårighetsgrad (V.r.s.) bedömdes

med hänsyn till den kvävningsrisk varje planta var utsatt för av vegetationen.

I samband med höjdmätning vid revisioner angavs V.r.s. för varje planta i någon av följande klasser 1 = ej besvärande, 2 = måttligt besvärande, 3 = besvärande och 4 = starkt besvärande. För klassificeringen användes följande vägledning: 1: huvuddelen av plantan befinner sig ovan vegetationen, 2: plantans toppskott befinner sig ovan vegetationen, 3: plantans toppskott befinner sig i höjd med eller strax under delar av vegetationen som utövar den egentliga tryckverkan, 4: vegetationen täcker plantan helt. Hur olika svårighetsklasser ungefärligt kan te sig i fält åskådliggöres av BÄRRING (1963 a), fig. B.1.1., jfr även fig. 4.3.—5.

Om V.r.s. anknytes till en bestämd planthöjd för en på alla ytor gemensam metod för behandling av vegetationen erhålles viss möjlighet att jämföra olika försöksytor i vegetationsymnighet. Som normerande planthöjd valdes 25 cm, varvid ett värde V.r.s.₂₅ erhålles. Detta beräknades för försöksledet borrplantering direkt i marken utan åtgärd mot vegetationen, standard på nästan samtliga ytor (»obehandlat», »kontroll»), eller för maskinplantering direkt i marken, Kap. 17.

På 3 ytor (S.985—7) saknas nämnd standard. För beräkningarna användes på dessa ytor plantering direkt i vegetationen i kombination med sådan herbicidbesprutning som, till följd dels av svag effekt på vegetationen, dels av att besprutad areal runt plantorna endast utgjorde 4×4 dm, jfr 13.3. och 11.5., obetydligt eller alls ej minskade vegetationens tryck på plantorna.

På rummet indelades planthöjden i 5 cm klasser. Medelvärdet på i fält åsatta V.r.s.-poäng (y) uträknades för varje höjdklass och avsattes på ett mm-rutat papper över respektive höjdklass medelvärde (x), BÄRRING (1963 a), fig. B.1.2. Punkterna utjämnades numeriskt enligt minsta kvadratmetoden med ekvationerna $y = a + bx$ eller $y = a + b \cdot \log x$. På 2 ytor skedde utjämnningen grafiskt. Den rätta linjen dominerade på ytorna, jfr bil. 4.1., som visar sambandet 1:a vegetationsperioden efter plantering för samtliga ytor. Då V.r.s.-begreppet började tillämpas 1960 gäller sambandet efter 2:a vegetationsperioden för ytor anlagda 1959.

På grund av att V.r.s. endast varierar mellan 1 och 4 borde utjämnning principiellt ske såsom framgår av fig. 4.1. Problemet är att finna koordinaterna för brytningspunkterna. Professor BERTIL MATÉRN har uppställt matematiska formler för beräkning av brytningspunkternas abskissor. Förfaringssättet innebär en successiv prövning av olika utjämnningar så att kvadrerade avvikelser från regressionslinjen minimeras. Som framgår av bil. 4.1. ligger emellertid punkterna på ett sådant

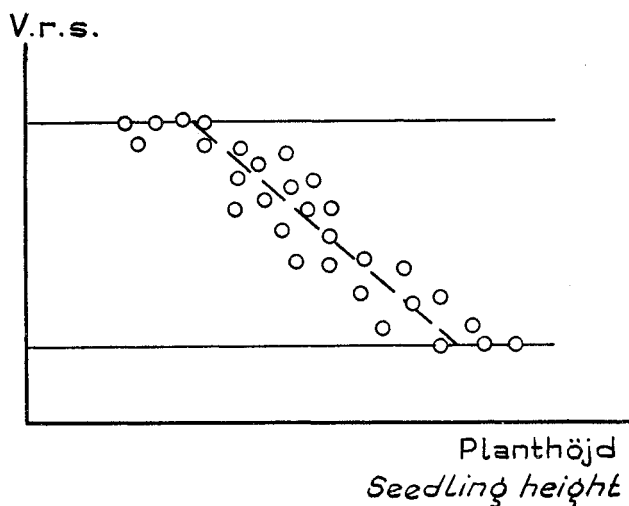


Fig. 4.1. Principskiss över sambandet mellan vegetationens relativa svårighetsgrad (V.r.s.) och planthöjden.

Relation between the competition from the vegetation (V.r.s.) and seedling height.

sätt att felet kan antagas bli ringa om utjämning sker utan successiv utjämning, som leder till omfattande räkningar.

I fortsättningen redovisas i vissa sammanhang V.r.s.₂₅ såväl 1:a som 2:a vegetationsperioden efter plantering. Beräkningarna 2:a vegetationsperioden efter plantering är desamma som i bil. 4.1., även om materialet ej redovisas för andra ytor än S.944—47, jfr Kap. 15. Med hjälp av utjämningen beräknades V.r.s. för en 25 cm planta.

För att få en så objektiv kontroll som möjligt på bedömningen av V.r.s. mättes vegetationens medelhöjd på ett antal ytor under 1961 på ett sätt som nära överensstämmer med det som beskrivits av v.d. SCHAAF (1957).

Mätningarna utfördes på varje yta i 10 punkter med 2 punkter i varje block i det obehandlade försöksledet. Vegetationens längd mättes med en 20 cm bred bräda graderad i 5 cm, och nedsatt i mätpunkterna. Vegetationen täckte brädan helt till en viss linje. Som höjd avlästes den höjd ovanför linjen dit ovanskjutande vegetation nådde då den tänktes utjämnad så att den helt täckte brädan. Mätning av vegetationens längd var lätt att utföra på objekt med sluten vegetation, jfr fig. 4.3.—5. På objekt bevuxna med gles vegetation uppstod svårigheter att ta hänsyn till slutenheten, varför mätningarna i dylika fall blev behäftade med viss osäkerhet.

Kontrollen av bedömningen av V.r.s. gjordes på objekt med 80—100 procents täckning av markytan. På ett objekt var täckningen 60 procent.

Genom det sätt och under de förhållanden som mätningarna genomförts på bör ett samband erhållas mellan V.r.s.₂₅ och vegetationens medelhöjd, vilken i sin tur är korrelerad med vegetationens slutenhet.

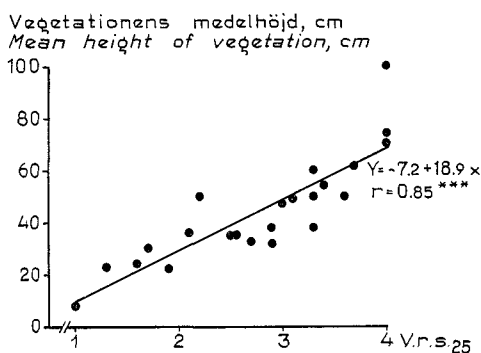


Fig. 4.2. Samband mellan vegetationens medelhöjd och V.r.s.₂₅, jfr tab. 4.1.
Relation between average height of vegetation and V.r.s.₂₅, cf. Table 4.1.

Tab. 4.1. Samband mellan vegetationens medelhöjd och V.r.s.₂₅ vid revision hösten 1961.
Relation between height of vegetation and V.r.s.₂₅, autumn 1961.

Yta Plot	Medelhöjd, cm Mean height, cm	V.r.s. ₂₅	Yta Plot	Medelhöjd, cm Mean height, cm	V.r.s. ₂₅
S.866	50 ± 4	1,9	S.1012	33 ± 2	2,6
S.867	24 ± 2	1,5	S.1013	100 ± 4	4,0
S.886	54 ± 4	3,3	S.1015	62 ± 2	3,8
S.941	8 ± 1	1,0	S.1016	74 ± 4	3,9
S.943	70 ± 5	4,0	S.1017	50 ± 4	3,1
S.944	38 ± 4	3,2	S.1018	50 ± 3	3,3
S.945	50 ± 2	3,6	S.1019	60 ± 4	3,3
S.946	23 ± 3	1,3	S.1020	35 ± 7	2,4
S.947	32 ± 4	2,9	S.1021	38 ± 2	2,8
S.948	36 ± 4	2,1	S.1022	48 ± 3	3,0
S.949	35 ± 2	2,5	S.1023	22 ± 3	1,8
S.950	30 ± 5	1,6			

Det framgår av fig. 4.2., som visar det erhållna sambandet mellan V.r.s.₂₅ och vegetationens medelhöjd, jfr tab. 4.1., att V.r.s. för en 25 cm planta satts till 2 då vegetationen haft en medelhöjd av 31 cm. V.r.s.-begreppet synes ha tillämpats något moderatare än vad på rummet uppgjorda definitioner på olika svårighetsklasser anger.

Vegetationens relativa svårighetsgrad gentemot en 25 cm planta synes vara användbar för att allmänt karakterisera vegetationens riklighet. Figurer 4.3—5. ger exempel på vegetationsförhållanden vid olika V.r.s.₂₅-klasser.

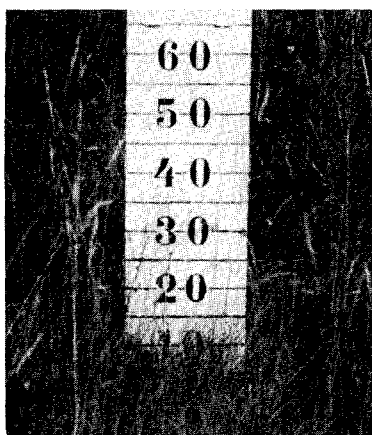


Fig. 4.3. Yta S.941. Exempel på vegetationsförekomst vid $V.r.s._{25} = 1$.
Plot S. 941. Example of vegetation occurring when $V.r.s._{25} = 1$.



Fig. 4.4. Yta S.1011. Exempel på vegetationsförekomst vid $V.r.s._{25} \approx 2$.
Plot S. 1011. Example of vegetation occurring when $V.r.s._{25} \approx 2$.

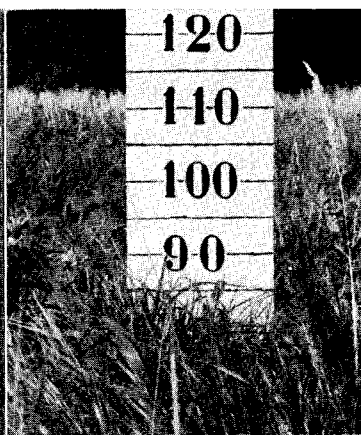


Fig. 4.5. Yta S.1016. Exempel på vegetationsförekomst vid $V.r.s._{25} \approx 4$.
Plot S. 1016. Example of vegetation occurring when $V.r.s._{25} \approx 4$.

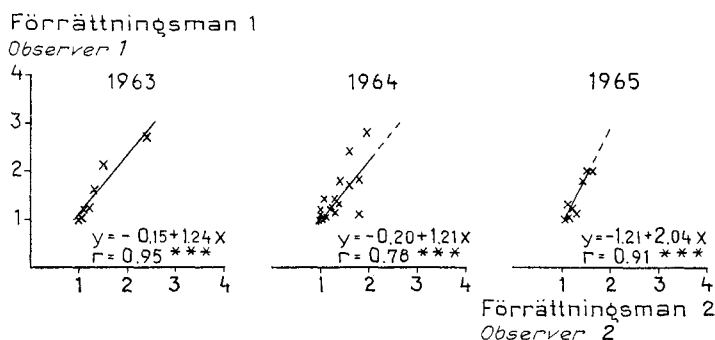


Fig. 4.6. Sambandet i V.r.s. mellan de två förrättningsmän som svarat för bedömningarna.
Relation between the estimates of V.r.s. by the observers who carried out the classification.

Gräslängden har använts bl. a. i Nederländerna i lantbruksforskning för beräkning av gräsmarkens torrsubstansproduktion, MAKKINK (1957), v.d. SCHAAF (1957), BAKHUIS (1960) och i andra länder, se sistnämnde författare och HANSSON—CHURCHILL (1961).

I olika sammanhang i fortsättningen redovisade värden på $V.r.s._{25}$ korrigerades till en förrättningsmans bedömningsnivå. I huvudsak två förrättningsmän, nr 1 och 2, utförde revisioner. Förrättningsman nr 1 svarade för huvuddelen av revisionerna. Korrigeringsmöjligheter skapades genom att ett antal ytor bedömdes av båda förrättningsmännen.

Korrigerings behovdes för revisioner under 1963—1965, fig. 4.6. Rangordningen mellan försöksled synes ej ha påverkats av de olika förrättningsmännen.

4.3. Övriga observationer och anteckningar

Markens fuktighet antecknades, T = torr, Fr = frisk, Fu = fuktig.

Uppgifter om tidigare odling inhämtades så långt det var möjligt.

Vid anläggning angavs ungefärlig höjd på utväxande gräs. Förekomst av nedvisnad vegetation klassificerades med hänsyn till dess hinderlighet vid herbicidbesprutning vad avser besprutningsvätskans kontaktmöjlighet med mark och utväxande årsvegetation. Fem klasser användes, där 1 = saknas, 3 = måttlig och 5 = mycket riklig.

4.4. Revisioner

Ytorna reviderades regelmässigt efter 1, 2, 3 och 5 vegetationsperioder. Varje planta hade egen litterering, som utgjordes av försöksledsnummer, blockbeteckning och ordningsnummer från 1—30, och kunde fortlöpande följas. Vid revisionerna noterades vilka plantor som gått ut.

På institutionen påbörjas revisionerna rutinemässigt efter den 1 augusti. Revisionerna i undersökningen fördelar sig så att 95 procent av dessa utfördes efter den 10 augusti och 5 procent mellan den 1 och 10 augusti. Enligt ROMELL (1925) kan antagas att inemot 100 procent av varje års höjdtillväxt infångats.

Med ledning av antal levande plantor beräknades överlevelseprocent och avgångsprocent, som ger antal levande, respektive döda plantor i procent av antal utsatta plantor.

Planthöjden mättes till närmaste cm till högsta levande del av planta. På oskadad planta innebar detta att höjden mättes till spetsen av toppknoppen. Planthöjd vid plantering erhöles genom mätning, antingen omedelbart efter plantering eller efter en vegetationsperiod, utan att planteringsårets toppskott medräknades.

Plantvitalitet, som i vissa sammanhang ger en användbar karakteristik av plantors utseende, åsattes plantor individuellt i en skala 0—5, där 0 = död, 3 = medelgod och 5 = utmärkt. Stora svårigheter råder att ge klassificeringen en sådan innebörd att jämförelser mellan enstaka ytor, annat än då stora skillnader föreligger, säger något väsentligt. Klassificeringens största värde torde vara att den medger jämförelser inom ytor och därigenom i vissa fall kan fungera som komplement till uppgift om höjdtillväxt.

Skador noterades planta för planta med särskilda beteckningar.



Fig. 4.7. Yta S.1024. Exempel på använda »stora» och »normala» planter.
Plot S. 1024. Example of "large" and "normal" seedlings.

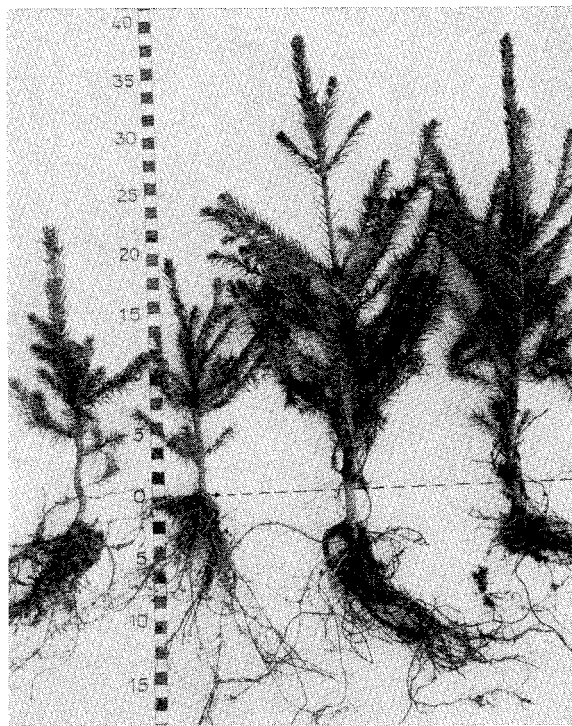


Fig. 4.8. Ytor S.1025—26. Exempel på använda »stora» och »normala» planter.
Plots S. 1025—26. Example of "large" and "normal" seedlings.

4.5. Planter

Av gran, dominerande trädslag, användes 2/2-planter, av tall 2/1-planter. I enstaka fall har av gran 2/1-planter och av tall 1/1-planter använts.

Planter inköptes av skogsvårdsstyrelsens plantskolor eller ställdes till förfogande av markägare från egna plantskolor. Utom på några ytor användes i plantskolan DDT-behandlade planter.

Före planterings början sorterades planter och uppräknades i buntar om 30 stycken, d. v. s. det antal som åtgick för ett försöksled per block. Sorteringen skedde så att plantbuntarna i görligaste mån innehöll likvärdiga planter. Före plantering rotbeskars alla buntar så att långa rothårsfattiga rottrådar avlägsnades. Plantbuntarna användes slumpmässigt i olika försöksled. På ett visst antal ytor fotograferades några representativa planter, fig. 4.7.—8. Vidare mättes topp och medelrotlängd på 20 planter. Med reservation för svårigheter som

Tab. 4.2. Exempel på rot-toppkvot hos använt plantmaterial.
 Example of ratio of root: shoot in the seedling material used on the plots.

Yta Plot	Träd- slag Tree species	Plant- kategori	Topp	Rot	Rot-topp- kvot
			Above-ground parts	Root	Ratio root/ above-gr. parts
			Längd, cm	Length, cm	
S.1024	Gran	No.	22,4 ± 0,8	14,4 ± 0,4	0,64
		St.	34,6 ± 0,7	19,0 ± 0,8	0,55
S.1025	Gran	No.	26,5 ± 0,8	13,4 ± 0,6	0,51
		St.	34,5 ± 0,4	17,7 ± 0,9	0,51
S.1026	Tall	No.	14,2 ± 0,6	15,3 ± 0,6	1,08
	Gran	No.	25,4 ± 0,9	14,0 ± 0,6	0,55
		St.	35,2 ± 0,8	17,4 ± 0,7	0,50
S.1029-30	Gran	No.	25,2 ± 1,4	15,4 ± 0,6	0,61
	Tall	No.	13,0 ± 0,8	14,0 ± 0,7	1,08
S.1064	Gran	No.	28,9 ± 0,9	15,6 ± 0,8	0,54
		St.	40,4 ± 0,9	16,4 ± 0,6	0,41
	Tall	No.	16,0 ± 0,6	14,0 ± 0,5	0,88
S.1065	Gran	No.	Se S.1064		
S.1070	Gran	No.	30,2 ± 0,9	20,2 ± 1,1	0,67
	Tall	No.	6,0 ± 0,2	12,7 ± 0,5	2,12
S.1071-73	Gran	No.	25,6 ± 1,8	15,1 ± 1,1	0,59
	Tall	No.	7,1 ± 0,3	8,4 ± 0,5	1,18
S.1074-75	Gran	No.	17,0 ± 0,9	14,3 ± 0,5	0,84
S.1074	Tall	No.	5,6 ± 0,3	11,8 ± 0,5	2,11
S.1076-77	Gran	No.	20,8 ± 1,0	17,8 ± 0,9	0,86
S.1078-80	Gran	No.	32,0 ± 1,2	16,9 ± 0,9	0,53
S.1081	Gran	No.	32,3 ± 1,7	19,3 ± 0,6	0,60
S.1191-92	Gran	No.	33,9 ± 1,7	20,6 ± 1,1	0,61
S.1193	Gran	No.	29,3 ± 1,0	19,0 ± 1,0	0,65
S.1194	Gran	No.	27,0 ± 0,9	22,8 ± 1,0	0,84
S.1195	Gran	No.	24,2 ± 1,0	22,0 ± 0,9	0,91
S.1196	Gran	No.	32,0 ± 1,2	19,0 ± 0,7	0,59

No. = "normala" plantor normal seedlings

St. = "stora" plantor large seedlings

vidlåder mätning av medelrotlängd visas i tab. 4.2. medelvärden med medelfel på uppmätta storheter å ytor där plantmätning utförts.

Vid plantering hade plantornas höjdtillväxt i de flesta fall ej börjat. Plantorna var av inhemsk proveniens på huvuddelen av ytorna, bil. 5.1.

Det använda plantmaterialet beskrevs ur kvalitativ synpunkt. En sådan beskrivning försvåras av att objektiva normer saknades för detta. Vissa kvalitetskännetecken kan dock iakttagas. Sådana är t. ex. förekomst av barrfall och sjukdomar.

Med hjälp av plantbeskrivningen poängsattes plantkvaliteten före bearbetning av insamlat material i en skala 1—5, där 5 betyder utmärkt, 3 medelgod och 1 dålig. Plantmaterialet fördelar sig på följande sätt på kvalitetsklasser:

	Plantkvalitetsklass Seedling quality				
	1	2	3	4	5
<hr/>					
			Gran Spruce		
Antal ytor No. plots	1	5	21	24	22
<hr/>					
			Tall Pine		
Antal ytor No. plots	—	—	2	6	6

På huvuddelen av ytorna karakteriserades plantmaterialet således som gott. Anledning till nedklassning fördelar sig ungefär lika på uttorkning som plantornas utseende. Längre nedklassning än till 3 förekommer dock ej av sistnämnda orsak. Då undersökningen baserar sig på jämförelser inom försöksytor spelar förekomst av mindre goda planter på några ytor mindre roll. Om samspel föreligger mellan olika variabler och plantkondition kan slutsatserna av undersökningen påverkas. Möjligheter föreligger dock att ta hänsyn till sådana samspel, om förekomst av dem misstänkes, jfr Kap. 6.

4.6. Plantering

Plantörer ställdes till förfogande av markägare eller anställdes på platsen. I allmänhet har således olika plantörer svarat för plantering av ytor belägna på skilda orter. Före och under plantering instruerades plantörerna av försöksutläggaren, som var närvarande vid ytornas anläggning.

På nästan samtliga ytor, jfr 4.2., sid. 20, och bil. 5.1., har som standard använts 1-mans borrhplantering med »Domänborret».

4.7. Gräsrensning

Ingen regelrätt gräsrensning företogs. Vid revision de första åren efter plantering var det emellertid ofta nödvändigt att något böja undan vegetationen för att mätning och registreringar av skador skulle kunna genomföras. Härigenom torde vegetationens tryck på planter något ha minskat.

Kap. 5. Försöksytorna

Under undersökningsperioden 1959—1965 utlades, som nämnts, sammanlagt 75 försöksytor.

Beskrivning av ytornas belägenhet, ståndortsförhållanden, använt plantmaterial m. m., se bil. 5.1. I bilagan angives även planteringsresultat för en på nästan alla ytor genomgående kontroll. Dominerande vegetation på ytorna efter i allmänhet 1:a vegetationsperioden framgår av bil. 5.2. På några ytor, vilka ej besökts av mig, saknas artbestämning.

I bil. 5.1. har identifierade skadeanledningar, som givit upphov till betydande plantavgång, angivits. Med frostsador avses en typ av vårvinterskador som närmare beröres i Kap. 16. Skador är anledning till att plantmedelhöjd minskat från en revision till en annan.

Flera ytor drabbades svårt av angivna kalamiteter och nedlades, då förväntade resultat av fortsatt revision bedömts ej stå i rimlig proportion till erforderlig arbetsinsats. Flertalet nedlagda ytor uppnådde dock 3-årsrevision.

Ytorna fördelar sig på följande sätt på anläggningsår:

1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
2	16	21	10	10	7	9

Flertalet ytor, eller 47 av 75 stycken, är belägna i Södermanlands och Östergötlands län. Som framgår av fig. 5.1. förefinns en viss spridning i övriga ytors lokalisering. De flesta ytor är förlagda till områden som TAMM (1959) sammanför till »Den svagt humida regionen», som innefattar de torrare delarna av landet.

Majoriteten ytor anlades på vallar och betesmarker med mer eller mindre riklig gräsvegetation. Stubbåkrar, helplöjda ytor liksom objekt (S.1029) där matjord bortforslats förekommer även.

Ett flertal försöksytor är belägna inom områden som EKSTRÖM (1953) beskriver som de mellansvenska heterogena lerjordsområdena. EKSTRÖM klassificerar mineraljorden i matjordslagret som lätt mellanlera, medan alven vanligen sammansättes av styv mellanlera. Detta torde gälla de mera sammanhängande slättområdena. Försöksytorna är emellertid ofta belägna å mindre, f. d. brukade åkrar, insprängda

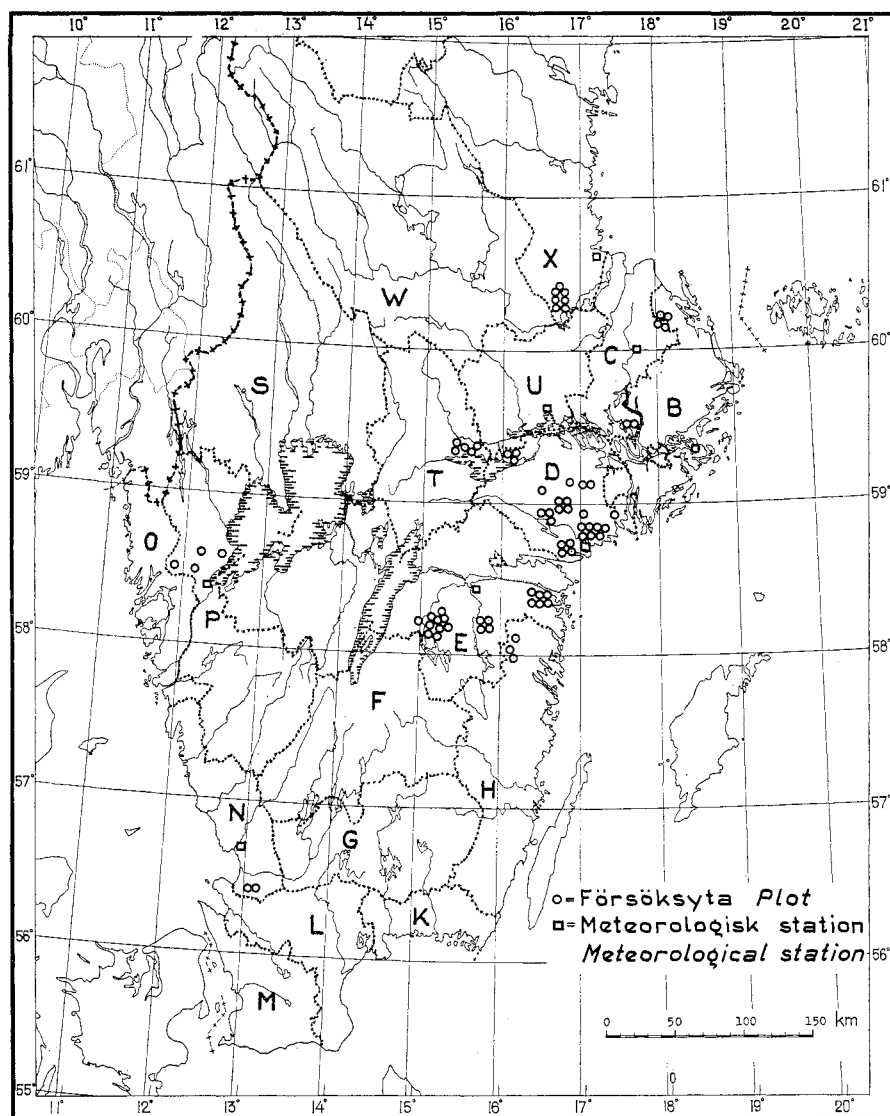


Fig. 5.1. Belägenheten av försöksytor och vissa meteorologiska stationer, jfr Kap. 8.
 Location of research areas and some met. stations, cf. Ch. 8.

B = Stockholms län
 C = Uppsala »
 D = Södermanlands »
 E = Östergötlands »
 F = Jönköpings »
 G = Kronobergs »
 H = Kalmar »
 K = Blekinge »
 L = Kristianstads »

M = Malmöhus län
 N = Hallands »
 O = Göteb. o. Bohus »
 P = Älvsborgs »
 S = Värmlands »
 T = Örebro »
 U = Västmanlands »
 W = Kopparbergs »
 X = Gävleborgs »

mellan skogklädda holmar. Här anger EKSTRÖM att mineraljorden vanligen utgöres av styv lera.

Försöksytorna fördelar sig på följande sätt på huvudtyper av jordarter, dominerande ned till ett markdjup av 0,5—1 m:

sand — mo	lera lätt	styv	torv
13	21	23	18

Kap. 6. Bearbetning och redovisning av materialet

Av Kap. 3 framgår att vissa metoder för bekämpning av konkurrerande vegetation, t. ex. fläckhackning, plöjning, herbicidanvändning använts jämsides på ett antal ytor. Då metoderna emellertid ej kunnat medtagas på samtliga ytor erhålles det största materialet för undersökning av var och en av metodernas betydelse genom att parvis jämföra respektive metod med den gemensamma kontrollen. Den statistiska prövningen underlättas genom att Student's t-test kan användas för att undersöka om medeldifferensen i studerad egenskap är skild från noll.

Av anförda skäl undersökes först hur plantering efter ovannämnda metoder förhåller sig till plantering direkt i marken innan metoderna jämföres. I alla jämförelser användes alltid samma planteringsmetod, vanligtvis 1-mans borrhplantering, utom, självfallet, vid jämförelse av planteringsmetoder.

Försöksytorna kan anses utgöra ett enkelt slumpmässigt sampel ur en population av åkerfält, jfr MATÉRN (1955). Populationen antages vara av den beskaffenheten att en utlottning kan ge ett sampel med samma sammansättning av försöksytor som i undersökningen.

Genom tekniken med upprepade parvisa jämförelser inom ytor blir det, under förutsättning att metoderna påverkas lika, även möjligt att eliminera inverkan av variabler som plantmaterial, väderlek och ståndortsförhållanden, liksom samspelseffekter mellan dessa variabler. Samspel mellan metoder och olika variabler kan upptäckas på olika sätt: grupperingar, studium av avvikelser. Genom gruppctestning eller testning av enskilda provytor kan säkerheten i avvikelser undersökas. Vid sådana undersökningar måste även risken för skenbara signifikanser uppmärksammas. Om två metoder (A och B) jämförts på 100 ytor och 5-procentig signifikans uppnåts för metodskillnaden ($A > B$) behöver sålunda inte ett utslag $B > A$ på några ytor ha reell innebörd.

För att eliminera eller minska riskerna för felslut på grund av en eventuell förekomst av svåranalyserbara effekter av det slag som diskuterats användes som jämförelse resultat från andra undersökningar och analyseras orsakssammanhang.

Följande statistiska test användes:

Teckentest	MATÉRN (1955)
Student's t-test	MATÉRN (1955)
T-metod	SCHEFFÉ (1959)
Variansanalys	COCHRAN—COX (1957)
Regressionsanalys	BONNIER—TEDIN (1940), ARKIN—COLTON (1957)

Metoderna är standardmetoder. Mera sällan redovisas därför beräkningarna. Då grundmaterialet framlägges har det ansetts tillfyllest att endast omnämna framräknade medelvärdes medelfel.

Vid testning av överlevelseprocenter transformerades dessa vanligtvis enligt formeln

$$y = 2 \arcsin \sqrt{x},$$

MATÉRN (1955), JEFFERS (1960). I formeln är x överlevelseprocent och y transformerade värden, som användes i testet. Transformeringsformeln utfördes med ledning av tabell publicerad av HALD (1948).

För att förenkla spridningsberäkning användes i något fall variationsvidden, jfr MATÉRN (1955).

I några fall insamlades data medelst systematisk sampling. Medelfelsberäkning utfördes med formel som endast gäller slumpmässig sampling. Härigenom erhöles ett närmevärde på medelfelet, som i allmänhet torde vara större än det faktiska medelfelet, om detta kunde beräknas med ledning av systematisk sampling, jfr MATÉRN (1960), COCHRAN (1963).

Kap. 7. Avläsning av planteringsresultat

Det är ett önskemål att resultat av planteringsförsök skall kunna avläsas så snart som möjligt efter plantering.

För att förenkla en diskussion av hithörande problem antages att två olika planteringsmetoder A och B jämföres.

Avgörande för värdering av A och B är det ekonomiska resultatet. Nödvändig förutsättning för att kunna beräkna detta är kunskap om det biologiska resultatet, vilket är av särskilt intresse vid omloppstidens slut. Denna tidpunkt kan av naturliga skäl ej inväntas. För att kunna värdera A och B vid annan tidpunkt fordras att inga faktorer efter valda värderingstillfälle och fram till omloppstidens slut omkastar resultat av jämförelsen, se vidare 21.2.

Största plantavgången vid plantering på skogsmark synes i allmänhet inträffa under de 5 första åren, MORK—BJØRGUNG (1954), TIRÉN (1958). Redan efter 2—3 år minskar vanligen avgången. Undantag från detta mönster skapas av senare inträffade kalamiteter. Nämnda arbeten liksom andra inhemska undersökningar, BÄRRING (1965 c), visar vidare att omkastningar mellan försöksled sällan inträffat, som på ett avgörande sätt förändrat resultat avlästa efter några år. Det synes tvärtom snarast vara så att skillnader kort tid efter plantering ökar med tiden.

Av uppställningen nedan framgår antal vegetationsperioder som ligger till grund för resultat i större planteringsundersökningar i Norden. I några undersökningar stödes resultaten av längre observationstid, siffror inom parentes.

BORNEBUSCH (1941)	2—4
HEIKINHEIMO (1941)	2—6
MORK (1952)	2
MORK—BJØRGUNG (1954)	2 (20)
STEFANSSON (1954)	2
TIRÉN (1958)	5 (10)
HUSS (1958)	3
HÄGGSTRÖM (1958)	2
CALLIN—HANSSON (1959)	2
BREKKEN (1965)	1 (2 övervintringar)
BÄRRING (1965 c)	3 (5)

Ingen av nämnda undersökningar berör åkermark. I princip samma resonemang som förts ovan torde dock vara tillämpligt även här.

Som minsta observationstid har 3 år eftersträfvats. Resultat efter denna tid stödes därjämte av 5-åriga försöksytor. I vissa fall har två-åriga försöksytor medtagits för att större material skulle erhållas.

Kap. 8. Lufttemperatur och nederbörd under undersökningsperioden

Från Sveriges Meteorologiska och hydrologiska instituts månadsöversikter över väderlek och vattentillgång beräknades för åren 1959—1965 nederbörd och lufttemperatur under maj—augusti samt för hela året för ett antal stationer, fig. 8.1. Dessa utvaldes för att så väl som möjligt representera olika delar av södra och mellersta Sverige där försöksytor anlagts. Belägenheten av stationerna i förhållande till försöksytorna, se fig. 5.1.

Av 7 år under vilka försöksytor utlagts avviker år 1959 från övriga år. Figur 8.1. visar att under vegetationsperioden föll i allmänhet mindre än halva normala nederbördsmängden. Lufttemperaturen var samtidigt högre än normalt. Året är bekant som ett torrår.

Åren 1960 och 1961 framträder med regnrika somrar, utom för stationerna i västra Sverige, där avvikelsen från det normala är liten eller ingen. Nederbörden å dessa stationer, Halmstad och Vänersborg, är normalt högre än å övriga stationer. Åren 1962—63 har i allmänhet även uppvisat högre nederbördssiffror än normalt för perioden maj—augusti; dock i allmänhet ej i samma utsträckning som år 1960—61. I västra Sverige synes emellertid nederbördsöverskottet ha varit större åren 1962—63 i förhållande till övriga stationer. Åren 1964—65 utmärkes av normal till något under normal nederbörd i månaderna maj—augusti. Särskilt år 1964 uppvisar nästan genomgående nederbördsunderskott den nämnda perioden. Störst var underskottet för stationerna Nyköping och Linköping. Långa torrperioder saknades emellertid genom att nederbörden var tämligen väl fördelad, se månadsöversikten för år 1964. Härigenom torde effekten av nederbördsunderskottet i viss utsträckning ha motverkats.

Beträffande lufttemperaturen maj—augusti uppvisar samtliga år, med undantag av år 1959, i allmänhet lägre värden än normalt. År 1962 var temperaturunderskottet betydande eller 2—3°C.

Lokala avvikelser från den bild av väderleken som givits kan självklart ha förekommit. I stort sett kan emellertid konstateras att, med undantag av år 1959, har väderleken under vegetationsperioden, särskilt med hänsyn till nederbörden, varit gynnsam för plantors rotning vid skogsträdsplantering. Härvid bortses ifrån bieffekter till följd av att gräsvegetationen kan ha stimulerats av den rikliga nederbörden.

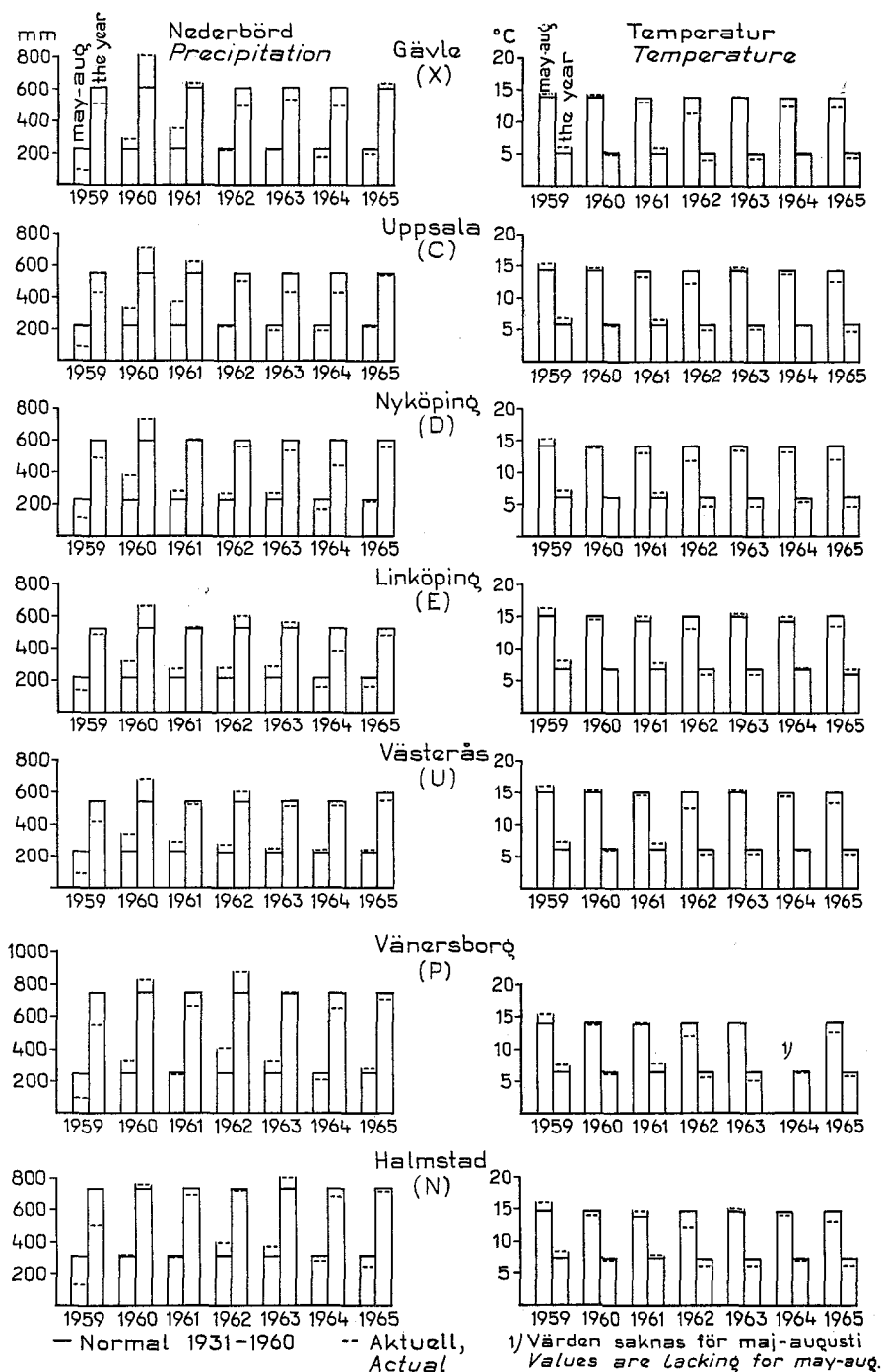


Fig. 8.1. Nederbörd och lufttemperatur under undersökningsperioden 1959—65 för vissa av SMHI:s meteorologiska stationer. Länsbeteckningar (X, C . . .) enligt fig. 5.1. Data for precipitation and air temperature, 1959—1965, for some of SMHI's met. stations. Province letters (X, C . . .) according to Fig. 5.1.

Kap. 9. Om årsmånens och plantkvalitetens betydelse

9.1. Årsmån

Även om väderleken under den egentliga undersökningsperioden, då huvuddelen av ytorna anlagts, varit tämligen ensartad och nederbördsrik, Kap. 8., undersökes här huruvida årsmånsskillnader föreligger i materialet.

Endast ytor där använt plantmaterial klassificerats som medelgottutmärkt, klasser 3—5, utnyttjas, varvid tillsvidare antages att inga skillnader råder mellan dessa klasser. Som kriterium på årsmånens inverkan användes $\bar{O}p_1$. Tyvärr uttrycker denna variabel endast delvis årsmånens betydelse, men är den enda som kan användas. Inverkan av ett år på efterföljande års utveckling av överlevelseprocent och höjdtutveckling kan nämligen ej urskiljas från detta sista års inverkan på planteringsresultatet. Höjdtillväxten under planteringsåret är ej lämplig som variabel, bl. a. av skälet att plantors höjdtillväxt till betydande del bestämmas av föregående års väderlek, HESSELMAN (1904), LAITAKARI (1920), ROMELL (1925). Då ett flertal ytor utsatts för kalamiteter under 2:a vegetationsperioden är ej heller höjdtillväxten då användbar.

Med ledning av bil. 5.1. erhöles följande värden på $\bar{O}p_1$ för tall+gran-ytor för borrhplantering direkt i vegetationen:

Plant. år Year of planting	$\bar{O}p_1$	N	Variationsvidd Variation width	V. r. s. ₂₅
1959	40,8	2	15,8 — 65,8	3,0
1960	96,5 ± 2,4	11	73,3 — 100,0	2,5
1961	98,3 ± 0,9	18	85,3 — 100,0	2,5
1962	99,3 ± 0,2	9	98,0 — 100,0	1,9
1963	99,5 ± 0,4	8	97,3 — 100,0	1,6
1964	99,7 ± 0,2	7	98,7 — 100,0	2,1
1965	99,8 ± 0,1	7	99,3 — 100,0	1,8

Det torra året 1959, Kap. 8, skiljer sig från övriga år, mellan vilka inga stora skillnader föreligger. Vegetationens riklighet varierade på under olika år anlagda ytor. Under förhandenvarande omständigheter synes emellertid detta i allmänhet inte ha påverkat $\bar{O}p_1$.

9.2. Plantkvalitet

Till grund för utvärdering av plantkvalitetens betydelse ligger den med hjälp av plantbeskrivningen i fält åsatta kvalitetspoängen, 4.5. och bil. 5.1.

Av skäl som omnämnts i 9.1. kan plantkvalitetens betydelse endast delvis undersökas. Som bästa mätare användes $\bar{O}p_1$. Medelvärde på $\bar{O}p_1$ för borrhänsplantering direkt i vegetationen blev:

Kvalitets- klass Quality class	$\bar{O}p_1$	N	Variationsvidd Variation width	V. r. s. ₂₅
1 + 2	$92,9 \pm 2,8$	6	84,0 — 99,2	2,2
3	$96,8 \pm 1,4$	20	73,3 — 100,0	2,6
4	$99,7 \pm 0,1$	22	98,0 — 100,0	2,1
5	$99,4 \pm 0,4$	18	93,3 — 100,0	2,2

Ytor anlagda år 1959 medtogs ej, jfr 9.1. Före medeltalsberäkning undersöktes huruvida utslag erhållits för vegetationens riklighet och årsmån. Några utslag erhöles ej för dessa faktorer.

$\bar{O}p_1$ är högre ju bättre plantkvaliteten är. Särskilt beaktande för-tjänar den ringa spridningen för de högsta kvalitetsklasserna, vilket innebär ett jämnt resultat, medan resultatet är ojämnt för klasser 1—3, särskilt 1 + 2. Med undantag av 4 ytor, S.1195 ($\bar{O}p_1 = 84,0$) och S.1196 ($\bar{O}p_1 = 84,7$) för klasser 1 + 2, samt S.943 ($\bar{O}p_1 = 73,3$) och S.1023 ($\bar{O}p_1 = 85,3$) för klass 3, understiger emellertid $\bar{O}p_1$ för kvalitetsklasser 1—3 inte å någon yta lägsta $\bar{O}p_1$ -värdet 93,3 för kvalitetsklass 5.

Uteslutes de 4 ytorna erhålles följande medelvärden med medelfel för de lägsta kvalitetsklasserna.

Klass 1—2: $97,2 \pm 1,0$

» 3: $98,7 \pm 0,4$

Spridningen för kvalitetsklass 3 skiljer sig nu föga från spridningen för de högre klasserna och då skillnaden i $\bar{O}p_1$ mellan klass 3 och klass 4 eller 5 är ringa framstår det berättigade i att medtaga kvalitetsklass 3 vid studium av årsmånens betydelse. Plantkvalitetsklasser 1 + 2 har minsta överlevelseprocenten och den största spridningen även om skillnaderna ej är stora.

Då emellertid planteringsresultatet ej kan avläsas efter längre tid, utan att störande faktorer tillkommer, som omöjliggör ett urskiljande av plantkvalitetens betydelse, kan man endast konstatera att något

klart utslag beträffande plantors överlevande efter en vegetationsperiod, i allmänhet ej erhållits för den variation i plantkvalitet som förekommit. Sannolikt torde den nederbördsrika väderleken under undersökningsperioden ha bidragit till det ringa utslaget för plantkvaliteten under 1:a vegetationsperioden.

Vad här framkommit betyder självfallet ej att plantkvalitet och plantkondition är betydelselösa, jfr HEDEMANN-GADE (1948 a, 1960), WIKSTEN (1950), MORK (1954 a), SAMUELSON (1958), ARNBORG (1959), BÄRRING (1965 c).

Kap. 10. Jämförelse mellan några manuella planteringsmetoder

10.1. Litteratur

I en undersökning, BÄRRING (1965 c), erhöles på skogsmark inga signifikanta skillnader mellan olika planteringsmetoder, om de användes vid samma markbehandling. Ej heller gav en inventering av andra inom landet publicerade planteringsundersökningar, HUSS (1958), TIRÉN (1958), HÄGGSTRÖM (1958), CALLIN—HANSSON (1959) anledning förmoda att under normala förhållanden några stora skillnader skulle föreligga mellan planteringsmetoder under ovan nämnd förutsättning. Samma slutsats kan dragas av andra, nordiska undersökningar, BORNEBUSCH (1941), MORK—BJØRGUNG (1954).

Under särskilda förhållanden torde emellertid vissa skillnader kunna föreligga mellan planteringsmetoder. På fuktiga marker kan sålunda antagas att en horisontell placering av plantrötterna kan vara att föredraga framför en lodrät placering av rötterna, jfr MESHECHOK (1958, 1961 a, 1963), genom att plantrötterna i förstnämnda fallet placeras i syrerikare jordlager. Detta torde ha betydelse för rotandningen, jfr KRAMER—KOZLOWSKI (1960). På torra marker torde å andra sidan lodrätt placerade plantrötter ha större förutsättningar att kunna förse plantan med vatten än rötter i det uttorkade ytskiktet, jfr BJØR (1965 a, b). Under torra förhållanden föreligger vidare risker för sämre resultat med planteringsmetoder som innebär att jorden upphackas och därvid torkar ut, jfr CALLIN—HANSSON (1959), än med metoder som i stort sett lämnar den naturliga lagerföljden orubbad.

Såvitt bekant föreligger ej några försöksresultat som klart utvisar att skillnader mellan olika planteringsmetoder finns när det gäller uppfrysning. I skilda sammanhang framhålles dock att vissa förfaringssätt vid plantering skulle minska uppfrysningssriskerna. Sålunda framhåller LINDBERG (1915), v. STROKIRCH (1918), WAHLGREN (1922), JUHLIN DANNFELT (1944) att flatrotsplantering motverkar uppfrysning, särskilt om ett par stenar lägges på den å plantrötterna tillbakalagda, upphackade jorden och torven, DYBECK (1928). WIBECK (1920) fann att spettplantering med fylljord givit något bättre resultat än plantering i öppna gropar. Förekommande skillnader förklarade WIBECK med mindre uppfrysningsskador. Även DYBECK (1928) anser

att spettplantering är en bra metod å uppfrysningssjord. LINDBERG (1915, 1917) framhåller att »djup» plantering motverkar uppfrysning och HÄGGSTRÖM (1957) att snedplantering utan fläckupptagning särskilt effektivt förhindrar plantors uppfrysning. Alla nämnda erfarenheter väntar emellertid fortfarande på experimentell uppföljning.

SÖDERSTRÖM (1959 a, b, 1963) gör åtskillnad mellan å ena sidan metoder som innebär att plantornas rötter placeras lodrätt och å andra sidan metoder som innebär mera vågrät placering av rötterna. Med ledning av funna fuktighetsvariationer i olika jordars övre skikt vid förekomst av olika vegetation uppställer han situationer då den ena metoden skulle vara att föredraga framför den andra.

10.2. Använda planteringsmetoder

Följande planteringsmetoder användes: 1-mans borrhplantering (Domänborr), SFI-plantering (SFI-hacka), öppen grop (Wifsta-hacka), snedplantering (Boden-hacka), flatrotsplantering (Wifsta-hacka). Redskapen är avbildade i fig. 10.1. Tekniken vid plantering beskrives nedan.

Borrhplantering

Redskapet nedsättes i marken och vrides utåtriktat runt. Genom den utåtgående rörelsen följer jordkonen med borret då detta tages upp. Plantan nedsättes i planteringshålet utefter dess kant. Jordkonen återföres och pressas försiktigt an mot plantrötterna.

Redskapets höjd: 59 cm; borrhdelens största höjd: 26 cm; borrhdelens största periferilängd: 16 cm.

SFI-plantering

Tekniken vid plantering är beskriven av CALLIN—HANSSON (1955).

Redskapets höjd: 88 cm; planteringsjärnets största höjd: 21 cm; planteringsjärnets största periferilängd: 16 cm.

Plantering i öppen grop

Redskapet är en av professor ERIC STEFANSSON utförd modifiering av Mo-Do-hackan. Wifsta-hackan skiljer sig från Mo-Do-hackan genom mindre dimensioner och vikt. I stället för Mo-Do-hackans rivklor har Wifsta-hackan ett blad.

Vid plantering nedslås bilan i marken först i planteringsradens riktning. Bilan nedslås därefter vinkelrätt mot planteringsraden så att de båda uppkomna skårorna bildar ett rätvinkligt hörn. Med hjälp av hackbladet brytes jorden upp. Plantan nedsättes utefter den med planteringsraden parallella kanten. Den upphackade jorden eller den sammanhängande torvan återföres i planteringshålet.

Redskapets höjd: 90 cm; bilans största båglängd: 24 cm; bilans största höjd: 10 cm; hackbladets höjd: 15 cm; hackbladets största bredd: 9 cm.

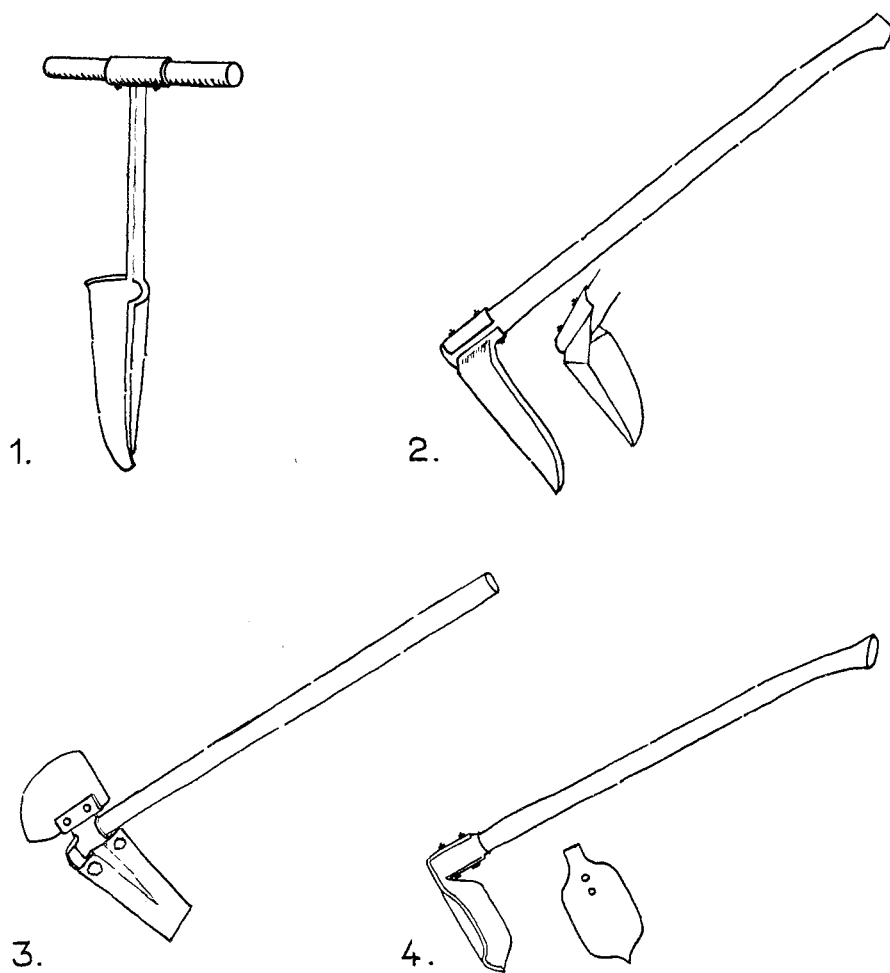


Fig. 10.1. Använda planteringsredskap: 1. Domänborr, 2. SFI-hacka, 3. Wifstahacka, 4. Bodenhacka.

Mattocks used for different planting methods: 1. Auger planting, 2. SFI planting, 3. Open-pit planting and shallow-root planting, 4. Oblique-notch planting.

Snedplantering

Hackan nedslås i marken så att skaftet bildar ungefär 45 graders vinkel med markytan. Hackan drages mot plantören så att en öppning bildas i marken. Plantan nedföres i gropen och drages mot plantören utefter gropens ena kant. Hackan avlägsnas och jorden tilltrampas.

Redskapets höjd: 89 cm; planteringsjärnets största höjd: 19 cm; planteringsjärnets största båglängd: 16 cm.

Flatrotsplantering

Metoden användes på två vegetationsfria ytor och tillgick så att jord skrapades undan, till dess en några centimeter djup grop bildats. Plantan placerades i gropen, rötterna breddes ut, varefter den avskrapade jorden placerades över plantrötterna.

Borrplantering och plantering i öppen grop innebär att plantrötter placeras lodrätt och djupare än vid SFI-, sned- och flatrotsplantering, vid vilka metoder rötterna får en mer eller mindre horisontell placering.

10.3. Försöksytorna

Jämförelse av manuella planteringsmetoder gjordes på 32 försöksytor, vilka utan fläckhackning ger 39 jämförelser mellan planteringsmetoder för tall och gran tillsammans samt dessutom med fläckhackning 7 jämförelser. En jämförelse är utförd vid plantering på tilla. I samband med herbicidbesprutning föreligger dessutom 1 jämförelse, tab. 10.1. Följande jämförelser mellan planteringsmetoder kan göras:

- a. borrplantering — SFI-plantering
- b. borrplantering — öppen grop
- c. borrplantering — snedplantering
- d. borrplantering — flatrotsplantering

Ståndortsförhållanden jämte andra upplysningar om ytorna framgår av uppställningen nedan för tall+gran-tytor. Siffror inom parentes anger antal jämförelser.

Län: a. X (1), D (14), E (10)

b. X (2), C (1), D (4), E (6), H (4)

c. B (2), T (2)

d. C (2)

Planteringsår: a. 1961 (2), 1962 (9), 1963 (6), 1964 (8)

b. 1960 (8), 1961 (1), 1962 (6), 1963 (2)

c. 1959 (4)

d. 1961 (2)

Jordart: a. finsand (5), leror (15), torvjord (5)

b. finsand (2), leror (11), torvjord (3), sandig-moig morän (1)

c. finsand (2), styv lera (2)

d. lera (2)

Fuktighetsgrad: a. torr-frisk (2), frisk (16), frisk-fuktig (6), fuktig (1)

- b. torr-frisk (2), frisk (12), frisk-fuktig (3)
- c. frisk (4)
- d. frisk (2)

*V.r.s.*₂₅: a. 1—1,9 (15); 2,0—2,9 (9); 3,0—4 (1)
 b. 1—1,9 (8); 2,0—2,9 (7); 3,0—4 (2)
 c. 2,0—2,9 (2); 3,0—4 (2)
 d. 1—1,9 (2)

Plantkvalitet: a. god-utmärkt (17), medelgod (7), mindre god (1)
 b. god-utmärkt (12), medelgod (5)
 c. god-utmärkt (4)
 d. medelgod (2)

Av sammanställningen framgår att huvuddelen av jämförelserna är utförda i Södermanlands och Östergötlands län på friska lerjordar, bevuxna med måttlig—tämligen riklig vegetation. Ytornas anläggningsår är tämligen jämnt fördelade på undersökningsperioden.

10.4. Överlevelseprocenten

Resultat på enskilda försöksytor framgår av tab. 10.1.

Sammanställning av metodjämförelser, som gjorts på ett större antal ytor, framgår av uppställning nedan. Då materialet för tall är litet och för övrigt intet framkommer som motiverar en särbehandling sker redovisning för tall+gran, jfr BÄRRING (1965 c).

	Borr > SFI	Borr < SFI	Borr = SFI	S:a
	Öp ₃			
Antal ytor No. plots	12	12	1	25
	Borr > Öppen gr.	Borr < Öppen gr.	Borr = Öppen gr.	S:a
	Öp ₃			
Antal ytor No. plots	8	9	0	17

Borrplantering gav vid jämförelse med SFI-plantering och öppen grop det bästa resultatet i nära 50 procent av antalet jämförelser, eller i det antal fall som skulle väntas om inga skillnader mellan metoderna existerar. Slumpen skulle då avgöra vilken metod som i varje enskilt fall ger det bästa resultatet.

Uppställningen nedan visar hur nämnda metodjämförelser fördelar

Tab. 10.1. Planteringsresultat vid användning av olika planteringsmetoder.
The results of planting by various methods.

Yta Plot	Borrplantering Auger planting				SFI-plantering SFI-plantering				Borrplantering Auger planting					SFI-plantering SFI-plantering				
	Öp ₁	Öp ₂	Öp ₃	Öp ₅	Öp ₁	Öp ₂	Öp ₃	Öp ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
Gran Spruce																		
S.1011	100,0	98,0	76,0	50,0	100,0	97,3	88,0	65,3	26,4	30,7	34,4	38,4	55,1	31,2	35,7	39,6	43,2	60,6
S.1021	95,3	86,7	80,7	70,0	98,0	95,3	92,0	81,3	25,8	28,9	29,9	31,6	41,8	23,2	28,4	30,6	31,6	44,5
S.1024	100,0	99,3	83,3	70,0	100,0	100,0	75,3	65,3	24,5	31,5	36,1	30,8	54,0	25,0	32,0	35,5	33,2	56,9
S.1025	99,3	95,3	87,3	76,7	100,0	98,0	88,0	72,7	22,9	29,6	33,3	40,4	61,0	24,2	30,5	33,3	39,7	55,8
S.1061	100,0	94,7	81,3	64,0	100,0	72,7	54,7	40,7	22,2	25,7	27,1	33,1	50,2	23,9	26,6	29,0	36,1	54,4
S.1061 ¹⁾	100,0	72,7	58,7	46,0	100,0	90,7	74,7	67,3	23,3	25,7	27,6	34,1	47,4	20,7	24,8	27,1	33,8	50,2
S.1063	100,0	98,7	98,7	96,7	98,7	98,0	98,0	98,3	20,6	25,4	27,7	38,8	61,6	20,6	25,5	26,7	37,8	62,8
S.1063 ¹⁾	100,0	99,3	99,3	99,2	100,0	99,3	98,0	97,5	20,7	25,4	26,8	37,3	62,8	19,7	24,1	25,9	37,2	60,7
S.1066	100,0	99,3	87,2		100,0	100,0	83,3		18,2	23,1	27,8	30,4		19,0	23,2	28,6	30,2	
S.1067	100,0	100,0	99,3		100,0	97,3	96,0		22,2	26,8	29,2	35,1		21,5	25,3	28,3	36,3	
S.1068	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0		22,5	27,2	31,1	38,2		22,8	27,7	31,7	40,0	
S.1070	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	99,3		25,1	31,4	37,5	54,2		29,2	35,3	39,9	56,8	
S.1071	100,0	92,0	78,7		100,0	84,7	76,0		22,9	26,9	25,9	37,0		23,6	27,5	28,1	38,5	
S.1073	100,0	100,0	98,7		100,0	99,3	99,3		22,6	25,3	38,0	61,4		23,3	25,5	38,5	61,7	
S.1074	98,7	78,7	68,7		98,0	80,7	76,7		20,9	24,2	25,2	35,8		20,6	24,1	26,6	37,0	
S.1076	98,0	70,0	69,3		93,3	60,7	54,7		19,8	22,5	22,2	27,8		20,1	22,9	23,0	29,3	
S.1078	100,0	99,3	99,3		100,0	100,0	100,0		27,6	31,9	36,7	44,0		28,4	33,5	39,2	48,4	
S.1079	100,0	94,7	88,7		100,0	90,0	84,0		27,8	33,0	40,2	47,5		29,0	35,0	41,2	48,0	
S.1080	99,3	98,7	83,3		99,3	97,3	86,0		25,5	30,7	35,5	36,9		28,3	34,4	39,0	42,3	
S.1081	98,7	94,7	87,3		100,0	98,7	96,7		31,8	34,7	32,0	35,3		30,2	32,9	30,4	33,3	
M	99,5	93,6	86,3	71,6	99,4	93,0	86,0	73,6	23,7	28,0	31,2	38,4	54,2	24,2	28,7	32,1	39,7	55,7
N	20	20	20	8	20	20	20	8	20	20	20	20	8	20	20	20	20	8
Borrplantering Auger planting				Plantering i öppen grop Pit planting				Borrplantering Auger planting					Plantering i öppen grop Pit planting					
S.942	100,0	100,0	93,3	84,7	100,0	99,3	94,7	88,0	23,2	32,4	48,9	66,9	102,6	25,3	34,3	47,6	66,5	100,3
S.946	100,0	98,7	94,0	78,7	99,3	98,7	92,0	78,7	25,5	27,8	35,2	42,3	70,2	27,1	29,1	36,4	45,8	70,8
S.985 ²⁾	98,7	96,0	95,3	94,0	100,0	98,0	97,3	97,3	20,4	24,5	32,1	50,3	79,6	19,4	23,8	34,9	52,6	81,9
S.987 ³⁾	99,3	99,3	94,7	44,0	100,0	98,0	92,7	42,7	21,6	26,2	36,2	34,4	52,4	19,0	23,3	31,8	27,8	50,9
S.1025	99,3	95,3	87,3	76,7	99,3	91,3	80,7	74,7	22,9	29,6	33,3	40,4	61,0	22,4	29,2	32,5	42,0	64,0
S.1029	99,2	92,5	92,5	92,5	100,0	94,2	93,3	93,3	20,4	23,9	26,7	27,1	32,6	19,8	25,0	27,4	28,2	36,9
S.1030	99,2	99,2	98,3	96,7	100,0	99,2	93,3	90,8	21,7	28,4	34,2	44,9	70,8	21,3	26,0	32,4	43,9	69,9
S.1031	100,0	96,0	94,0	82,7	100,0	96,0	94,7	84,7	18,7	24,1	34,5	42,7	61,0	20,5	25,2	36,0	45,4	63,6
S.943	91,3	51,3	38,0		91,3	56,0	43,3		26,5	38,2	43,9	56,9		26,2	37,4	44,2	55,0	
S.944	93,3	82,0	43,3		93,3	86,7	41,3		24,6	26,9	31,4	35,3		27,2	29,3	34,5	35,8	
S.945	99,3	70,0	34,0		98,0	61,3	28,0		23,7	26,4	31,8	36,5		26,0	28,2	33,0	41,5	
S.945 ¹⁾	98,7	48,7	30,0		100,0	60,0	32,0		23,5	25,7	31,6	40,2		24,2	26,4	33,1	37,3	
S.1078	100,0	99,3	99,3		100,0	98,7	98,0		27,6	31,9	36,7	44,0		28,0	33,3	38,9	47,5	
S.1080	99,3	98,7	83,3		99,3	99,3	96,7		25,5	30,7	35,5	36,9		28,4	35,0	40,8	44,0	
M	98,4	87,6	77,0	81,2	98,6	88,3	77,0	81,3	23,3	28,3	35,1	42,8	66,3	23,9	29,0	36,1	43,8	67,3
N	14	14	14	8	14	14	14	8	14	14	14	14	8	14	14	14	14	8
Borrplantering Auger planting				Snedplantering Oblique notch planting				Borrplantering Auger planting					Snedplantering Oblique notch planting					
S.923	65,8	48,3	47,5	45,0	39,2	28,3	26,7	25,0	22,8	25,6	26,9	32,8	56,3	29,0	30,8	31,6	38,0	63,2
S.923 ¹⁾	91,7	89,2	85,8	85,8	95,0	90,8	88,3	85,0	25,8	29,6	30,8	38,2	62,8	30,1	33,6	35,4	42,6	71,0
S.936	15,8	10,8	5,0		11,7	7,5	5,8			18,2	16,9	23,3		19,9	14,2	21,1		
S.936 ¹⁾	52,5	46,7	35,0		29,2	25,0	17,5			20,8	20,7	27,4		19,7	21,3	27,4		
M	56,4	48,8	43,3	65,4	43,8	37,9	34,6	55,0	24,3	23,6	23,8	30,4	59,6	29,6	26,0	25,6	32,3	67,1
N	4	4	4	2	4	4	4	2	2	4	4	4	2	2	4	4	4	2
Borrplantering Auger planting				Flatrotsplantering Shallow root plant.				Borrplantering Auger planting					Flatrotsplantering Shallow root plant.					
S.1031	100,0	96,0	94,0	82,7	99,3	97,3	94,7	84,0	18,7	24,1	34,5	42,7	61,0	18,7	24,9	34,4	41,9	60,2
S.1032	99,2	98,3	97,5	96,7	100,0	100,0	97,5	97,5	20,2	22,0	30,2	43,5	67,3	21,1	23,2	31,7	44,7	70,4
M	99,6	97,2	95,8	89,7	99,6	98,6	96,1	90,8	19,4	23,0	32,4	43,1	64,2	19,9	24,0	33,0	43,3	65,3
N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tall Pine																		
Borrplantering Auger planting				SFI-plantering SFI-plantering				Borrplantering Auger planting					SFI-plantering SFI-plantering					
S.1025	90,0	68,7	56,7	47,3	100,0	96,7	80,0	68,0	11,6	22,2	28,7	39,8	62,8	12,7	23,8	32,2	44,9	73,2
S.1027	98,3	92,5	82,5	81,7	99,2	95,8	89,2	88,3	11,3	21,6	32,6	52,2	102,8	10,3	21,1	32,3	50,3	101,5
S.1027 ¹⁾	98,3	94,2	91,7	90,8	94,2	90,0	85,8	83,3	10,4	20,5	34,1	57,4	116,1	11,2	22,1	36,0	60,4	118,7
S.1066	100,0	95,3	74,7		100,0	95,0	80,0		13,7	21,7	30,3	33,6		14,6	20,8	31,4	37,8	
S.1070	100,0	99,3	99,3		99,3	98,7	98,7		6,0	14,5	35,4	53,2		5,6	12,7	35,1	52,4	
M	97,3	90,0	81,0	73,3	98,5	95,2	86,7	79,9	10,6	20,1	32,3	47,2	93,9	10,9	20,1	33,4	49,2	97,8
N	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3
Borrplantering Auger planting				Plantering i öppen grop Pit planting				Borrplantering Auger planting					Plantering i öppen grop Pit planting					
S.1025	90,0	68,7	56,7	47,3	90,0	68,0	55,3	47,3	11,6	22,2	28,7	39,8	62,8	12,0	22,5	30,3	43,2	67,5
S.1027	98,3	92,5	82,5	81,7	97,5	90,0	84,2	83,3	11,3	21,6	32,6	52,2	102,8	11,8	24,0	34,8	54,7	108,0
S.1027 ¹⁾	98,3	94,2	91,7	90,8	100,0	100,0	99,2	97,5	10,4	20,5	34,1	57,4	116,1	11,2	23,0	38,8	62,8	123,8
M	95,5	85,1	77,0	73,3	95,8	86,0	79,6	76,0	11,1	21,4	31,8	49,7	93,9	11,7	23,2	34,6	53,6	99,8
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

1) Med fläckhackning 4 x 4 dm Screeded 40 cm x 40 cm 2) Med simazinbesprutning 4 x 4 dm (10 kg/ha).
Together with simazine spray 40 cm x 40 cm (10 kg/ha) 3) På enkel tilla On single plough ridge

sig på olika klasser av skillnad i överlevelseprocent efter 3 vegetationsperioder.

	Skillnad i $\bar{O}p_3$, procentenheter				
	Difference in $\bar{O}p_3$, units of percentage				
	< 2,4	2,5—4,9	5—9,9	> 10	
	Antal jämförelser				S:a
	No. of comparisons				Sum
Borr > SFI	4	4	2	2	12
Borr < SFI	3	1	4	4	12
Borr > Öppen grop	5	—	3	—	8
Borr < Öppen grop	6	—	2	1	9
Borr > SFI + Ö. gr.	9	4	5	2	20
Borr < SFI + Ö. gr.	9	1	6	5	21

Fördelningen av ytor på klasser av skillnad i överlevelseprocent i jämförelserna är tämligen likartad, vilket uttrycker ett slumpmässigt utfall av jämförelserna. Ytor där skillnad mellan metoder i överlevelseprocent överstiger 10 procentenheter kommer att särskilt analyseras längre fram.

Tabell 10.1. ger även medelvärde på överlevelseprocent och medelhöjd i olika jämförelser. Någon ensartad tendens efter 3 vegetationsperioder till förmån för något visst planteringsförfarande finns ej. Ej heller efter 5 vegetationsperioder framträder någon klar tendens i det knappa materialet.

Följande ytor uppvisar större avvikelse mellan metoder än 10 procentenheter efter 3 vegetationsperioder:

Gran

- Borrplantering-SFI-plantering: S.1011, S.1021, S.1061, S.1076, samtliga utan fläckhackning, samt dessutom S.1061 med fläckhackning
- Borrplantering-öppen grop: S.1080
- Borrplantering-snedplantering: S.923 utan fläckhackning samt S.936 med fläckhackning

Tall

- Borrplantering-SFI-plantering: S.1025 utan fläckhackning.

Blockvisa överlevelseprocenter framgår av tab. 10.2.

Först kan konstateras att samtliga differenser utom 1, yta S.1080, gäller jämförelse mellan metoder innebärande lodrät och vågrät placering av plantrötter. Orsak till skillnaden mellan borrplantering och

Tab. 10.2. Blockvisa överlevelseprocenter på försöksytor med ≥ 10 procentenheters skillnad mellan planteringsmetoder.

Percentage survival, by blocks, for plots on which the difference between different planting methods was ≥ 10 percentage units.

Yta Plot	Planterings- metod Planting method	Block					Anteckningar Notes
		A	B	C	D	E	
		ÜP ₃					
S.1011	Borr	86,7	80,0	80,0	53,3	80,0	Utan fläckhackning
	SFI	96,7	93,3	86,7	86,7	76,7	No. screefing " "
S.1021	Borr	76,7	80,0	86,7	83,3	76,7	" "
	SFI	86,7	96,7	93,3	96,7	86,7	" "
S.1061	Borr	93,3	83,3	80,0	63,3	86,7	" "
	SFI	76,7	83,3	46,7	6,7	60,0	" "
S.1076	Borr	66,7	80,0	63,3	63,3	73,3	" "
	SFI	40,0	63,3	60,0	46,7	63,3	" "
S.1061	Borr	96,7	80,0	46,7	50,0	20,0	Med With " "
	SFI	83,3	83,3	63,3	73,3	70,0	" "
S.1080	Borr	80,0	96,7	76,2	76,7	86,7	Utan "
	Üppen gr.	100,0	93,3	100,0	93,3	96,7	" "
S.923	Borr	36,7	36,7	56,7	60,0		" "
	Sned.	26,7	46,7	26,7	6,7		" "
S.926	Borr	53,3	30,0	16,7	40,0		Med "
	Sned.	20,0	10,0	20,0	20,0		" "
S.1025	Borr	46,7	40,0	90,0	46,7	60,0	Utan "
	SFI	86,7	53,3	80,0	93,3	86,7	" "

öppen grop på yta S.1080 efter 3 vegetationsperioder, trots att skillnaden var obetydlig efter 2 vegetationsperioder, är att borrplanterade plantor av oförklarad anledning utsatts för större sorkskador vintern 1965/66 än plantor planterade i öppen grop. Revisionshandlingarna utvisar att av utsatta 150 plantor dödades 12,0 procent av borrplanterade plantor av sork mellan 2:a och 3:e revisionen, medan motsvarande siffra endast var 2,0 procent för plantor planterade i öppen grop. Om hänsyn togs här till reduceras skillnaden mellan planteringsmetoderna praktiskt taget helt på ytan, jfr tab. 10.1. Beträffande övriga ytor upptagna under a—d ovan framkommer inga skiljaktigheter mellan metoder i förekomst av identifierade skador.

Skillnaden mellan metoder på enskilda ytor i tab. 10.2. t-testades efter arcus-sinustransformering.

Testet gav följande resultat.

	Medeldifferens Mean difference	t
S. 1011: Borr < SFI:	0,329 \pm 0,130	2,384
S. 1021: Borr < SFI:	0,357 \pm 0,068	5,250**
S. 1061: Borr > SFI:	0,626 \pm 0,212	2,959*
S. 1076: Borr > SFI:	0,307 \pm 0,079	3,886*
S. 1061: Borr < SFI:	0,297 \pm 0,250	1,187
S. 1080: Borr < Öppen grop:	0,529 \pm 0,210	2,514
S. 923: Borr > Sned:	0,470 \pm 0,309	1,522
S. 936: Borr > Sned:	0,396 \pm 0,170	2,329
S. 1025: Borr < SFI :	0,522 \pm 0,246	2,124

Betydande variationer i metodskillnader föreligger mellan block på somliga ytor, vilket torde förklara att signifikans ej uppnås på alla ytor. Ökad förutsättning för utslag erhålles om variansanalys tillgripes och samtliga försöksled på ytorna ingår. Sådana analyser har dock ej genomförts av den anledningen att den merinformation som eventuellt skulle erhållas i förhållande till utfört test ej bidrager till att förklara ovannämnda variationer, jfr nedan.

På ytor S.1011, S.1021 och S.1061 är jordarten organogen, medan styv lera är förhärskande på ytor S.1076, S.936 och S.1025. På yta S.1080 är jordarten sandblandad lera och på yta S.923 mellansand. På såväl torvjord som styv lera föreligger dels bland här behandlade ytor, dels bland övriga ytor, tab. 10.1. och bil. 5.1. både positiva och negativa differenser i metodjämförelsen »lodrätta» och »vågrätta» rötter. Någon tydlig inverkan av jordarten framträder således ej. Utslaget på yta S.1061 antyder att samspel möjligen kan föreligga mellan metod och fläckhackning, vilket även förefaller vara förhållandet på ytor S.923 och S.936, jfr tab. 10.1.

Ett ingående på orsakssammanhangen till dessa samspel och övriga utslag kan ej göras. Sannolikt sammanhänger framkomna skillnader med lokala variationer i ståndortsförhållanden och väderlek, vilka skillnader ej kan överblickas utan närmare undersökningar, jfr SÖDERSTRÖM (1957, 1959 a, b, 1963).

Uppställningen nedan ger medelvärde på \bar{O}_p för tall+gran i jämförelserna borrhäring-SFI-plantering och borrhäring-öppen grop, vilka metoder är representerade på större ytantal. Skillnaden mellan metoder är obetydlig.

	<u>Öp_a</u>	<u>N</u>
Borrplantering }	85,2	25
SFI-plantering }	86,2	25
Borrplantering }	77,0	17
Öppen grop }	77,5	17

På några ytor prövades borrplantering, SFI-plantering och plantering i öppen grop jämsides, uppställningen nedan.

	<u>Öp_a</u>		
	<u>Borrpl.</u>	<u>SFI-pl.</u>	<u>Öppen grop</u>
	Gran		
S. 1025	87,3	88,0	80,7
S. 1078	99,3	100,0	98,0
S. 1080	83,3	86,0	96,7
	Tall		
S. 1025	56,7	80,0	55,3
S. 1027	82,5	89,2	84,2
S. 1027 ¹⁾	91,7	85,8	99,2
M:	83,5	88,2	85,7

¹⁾ Med fläckhackning 4 × 4 dm
Screefed 40 cm × 40 cm

En tendens föreligger att SFI-plantering givit de jämnaste och bästa resultaten. Främsta anledning till högre medelöverlevelseprocent för metoden är utfallet för tall på yta S.1025. Som tidigare visats är emellertid skillnaden vid jämförelse med borrplantering insignifikant på ytan. Vidare föreligger inte någon skillnad mellan metoderna vid jämförelse på större ytantal. I sista uppställning framkomna skillnader kan därför ej tillmätas större betydelse.

Av utredningen beträffande jämförelsen borrplantering-SFI-plantering framgick att någon tydlig inverkan av jordarten på utslaget i metodjämförelsen ej förelåg. Då resultat av jämförelse borrplantering-öppen grop är jämnt yta för yta, om hänsyn tages till fördelningen av sorkskador på yta S.1080, är knappast heller någon inverkan av jordarten i denna jämförelse att vänta.

10.5. Plantutvecklingen

Medeldifferens för plantors höjdtillväxt i olika metodjämförelser beräknades efter 3 vegetationsperioder ur tab. 10.1. och framgår för olika grupper av uppställningen nedan.

Trädslag Species	Metodjämförelse Comparison	N	Medeldiff. i (H_3-H_0) Mean diff. in (H_3-H_0)	t
Gran	Borrpl. — SFI-pl.	20	$-0,76 \pm 0,35$	2,171*
	Borrpl. — Öppen gr.	14	$-0,40 \pm 0,75$	0,532
	Borrpl. — Snedpl.	2	0,45	—
	Borrpl. — Flatr.pl.	2	0,25	—
Tall	Borrpl. — SFI-pl.	5	$-1,64$	—
	Borrpl. — Öppen gr.	3	$-3,30$	—
Gran + tall	Borrpl. — SFI-pl.	25	$-0,93 \pm 0,34$	2,735*
	Borrpl. — Öppen gr.	17	$-0,81 \pm 0,65$	1,346

Borrplantering gav efter 3 vegetationsperioder sämre höjdtillväxt för såväl tall som gran i jämförelse med SFI-plantering och öppen grop. Signifikansprövning utfördes endast för gran och tall+gran i nämnda jämförelser. För gran erhöles signifikans på 5-procentsnivån i jämförelsen borrplantering-SFI-plantering; för tall+gran uppnåddes 2-procentig signifikansnivå i samma jämförelse. Skillnaden borrplantering-öppen grop var insignifikant. Skillnaden i höjdtillväxt motsvarar per år ca 0,3 cm för gran och 0,5 cm för tall till SFI-planterings förmån i jämförelse med borrplantering. Tillväxtökningen utgör för både tall och gran 5 procent av tillväxten efter borrplantering. För öppen grop i jämförelse med borrplantering är motsvarande siffror respektive 0,1 och 1,1 cm. Tillväxtökningen utgör i detta fall 2 procent för gran och 8 procent för tall av tillväxten efter borrplantering.

Jämförelserna borrplantering-snedplantering samt borrplantering-flatrotsplantering är för få för att ge underlag till några slutsatser.

10.6. Sammanfattning

Följande planteringsmetoder jämfördes på ett antal ytor, borrplantering, SFI-plantering, plantering i öppna gropar, snedplantering samt flatrotsplantering. Jämförelsen gjordes så att borrplantering var standardmetod och användes tillsammans med någon av övriga metoder. På vissa ytor jämfördes borrplantering med såväl SFI-plantering som plantering i öppna gropar. Jämförelser gjordes för såväl tall som gran med och utan fläckhackning. Flertalet jämförelser omfattar gran utan fläckhackning. På alla ytor med jämförelse mellan metoder innebärande lodrät placering av plantrötter (borrplantering och öppen grop) var skillnaden mellan metoderna i planteringsresultat efter tre vegetationsperioder ringa, om hänsyn togs till ojämn fördelning av sorkskador på 1 yta. Medelöverlevelseprocenten (gran+tall, med och utan fläckhackning) för borrplantering var 77,0 procent och för öppen grop 77,5 procent. I jämförelsen mellan metoder innebärande lodrät pla-

tering av plantrötter (borrplantering) och mera horisontell placering av plantrötter (flatrotsplantering, snedplantering och SFI-plantering) erhöles signifikanta skillnader i överlevelseprocent efter tre vegetationsperioder på några ytor. Då skillnaden var såväl positiv som negativ på olika ytor blev emellertid differensen mellan metoderna för samtliga jämförelser insignifikativ. För borrplantering var medelvärdet på överlevelseprocenten 85,2 procent och för SFI-plantering 86,2 procent. Inga tendenser framkom som klart utvisar att endera placeringssättet av plantrötterna givit högst överlevelseprocent under någon eller några av representerade ståndortsförhållanden.

Plantor planterade såväl med SFI-plantering som i öppen grop uppvisade för både tall och gran en höjdtillväxt som efter 3 vegetationsperioder var 2—8 procent större än borrplanterade plantors höjdtillväxt. För SFI-plantering var skillnaden till borrplantering signifikant på 5-procentsnivån för gran, och på 2-procentsnivån för tall+gran. Skillnaden borrplantering-öppen grop var insignifikant.

Resultaten från skogsmark, 10.1., har bekräftats för åkermark vad det gäller plantors överlevande. Beträffande höjdtillväxten framkom, till skillnad från undersökningarna på skogsmark, mindre och signifikant skillnad mellan några metoder.

Kap. 11. Plantering med och utan fläckhackning

Med fläckhackning avses att vegetation och grässvål ned till matjorden avlägsnas på en fyrkantig ruta. Rutan har på ytorna haft storleken ca 4×4 dm. Plantering skedde mitt i rutorna.

11.1. Litteratur

Ett flertal svenska undersökningar har klart utvisat att fläckhackning i allmänhet har stor betydelse för plantors överlevande och utveckling efter plantering på skogsmark, HEDEMANN-GADE (1945), CALLIN—HANSSON (1955, 1959), HÄGGSTRÖM (1958), SÖDERSTRÖM (1959 a), BÄRRING (1965 c). Avlägsnande av markvegetationen vid planterings- eller såddplatsen har länge använts eller rekommenderats, bl. a. LINDBERG (1915), GRENANDER (1921), JUHLIN DANNFELT (1944), HOLMGREN (1954), WIBECK (1959). I undersökningar avsedda att belysa olika planteringsmetoders inverkan på planteringsresultat visar det sig vidare att metoder som varit förbundna med vegetationens undanskaffande i allmänhet givit det bästa resultatet, BORNEBUSCH (1941), HEIKINHEIMO (1941), MORK—BJÖRGUNG (1954), TIRÉN (1958).

I våra dagar har en mera fullständig markbearbetning även börjat tilldraga sig intresse, JOHANSSON (1966).

Med ledning av forskningsresultat diskuterar bl. a. BÄRRING (1965 c) ekologiska förändringar som uppstår efter fläckhackning. En viktig faktor som påverkas är markens vattenhushållning. BARTELS (1933), STÅLFELT (1937) och WITTICH (1938) visar att avdunstningen vanligen är mindre från vegetationslös mark än från gräsbevuxen mark. Genom att jorden blottlägges vid fläckhackning underlättas vattnets inträngning många gånger, jfr TROEDSSON (1955), varvid nederbörden bättre utnyttjas genom att avdunstning undviks från den del som fastnar på vegetationen, jfr BJÖR (1965 b).

SÖDERSTRÖM (1957, 1959 a, b, 1963) har utfört direkta mätningar av markfuktigheten i markberedningsrutor och under olika vegetation på flera jordarter. Fuktigheten angavs i volymsprocent efter ugnstorkning till 105°C . Förfaringssättet innebär, som SÖDERSTRÖM framhåller, vissa approximationer och ger ej bestämning av det för växterna tillgängliga vattnet. Emellertid torde korrelation råda häremellan och de utförda fuktighetsbestämningarna, åtminstone inom jordart, varigenom det är

möjligt att erhålla en uppfattning om den relativa vattentillgången i jorden under markberedningsrutor och under vegetation. Undersökta gräsarters negativa inverkan under torrperioder på markens vattenhalt i jordlager, där nyligen planterade plantors rötter befinner sig, framträder rätt klart av undersökningarna, jfr WITTICH (1938). SÖDERSTRÖM framhåller fläckhackningens betydelse för en förbättrad vattenhushållning för plantorna. Att en av fläckhackningens positiva effekter på planteringsresultatet sammanhänger med en förbättrad vattenhushållning synes verifieras även därav att planteringsresultat förbättrats avsevärt mera av fläckhackning under år med ringa nederbörd under vegetationsperioden än under regnrika somrar, BÄRRING (1965 c) och även 11.3.

Ytterligare en viktig, ekologisk faktor påverkas av fläckhackning, nämligen jordtemperaturen, jfr bl. a. MORK (1933), ÅNGSTRÖM (1936), SÖDERSTRÖM (1959 a, b). Denna fråga beröres utförligare i Kap. 16, där även egna mätningar redovisas.

Temperaturstegringen i jorden av fläckhackning torde på vårvintern resultera i att tjälen vanligen försvinner ur markens översta lager avsevärt tidigare under fläckhackningsruta än under vegetation, 16.9.2.2. Detta förhållande synes ha stor betydelse för att förhindra uppkomst av vissa vårvinterskador, Kap. 16. Den kraftigare uppvärmningen på våren synes även leda till att plantor startar sin rottillväxt tidigare än i vegetation, SÖDERSTRÖM (1959 b), jfr även LADEFOGED (1939).

Den av fläckhackning under vegetationsperioden förhöjda jordtemperaturen har dessutom ett flertal positiva verkningar på plantor och deras vattenhushållning, vilket diskuteras av KOZŁOWSKI (1964).

Fläckhackning torde även medföra ett förbättrat mikroklimat för plantor på våren innan ny vegetation vuxit ut. Minimitemperaturen blir nämligen högre över bar mark än över mark med nedvissnad vegetation, jfr GEIGER (1961), sid. 170, ODIN (1964), BÄRRING (1965 c). Genom den något gropartade utformningen av fläcken synes ytterligare temperaturstegring vinnas, utöver vad som erhålles av den avlägsnade vegetationen, ODIN (1964), vilket torde sammanhånga med värmeutstrålning från gropens väggar.

Frågan huruvida olika växtarter reglerar sin inbördes förekomst genom utsöndring av giftiga ämnen från rötter har varit föremål för åtskilliga undersökningar och berör även fläckhackningens betydelse vid skogsträdsplantering. Sammanställning av forskningsresultat föreligger genom bl. a. BÖRNER (1960) och WOODS (1960). Genom att sönderdela och extrahera rötter eller rhizom av olika växter samt låta testplantor och deras frö växa eller gro under inverkan av extrakt har

mycket klara utslag erhållits på testplantor av en hämmande inverkan av extrakt, t. ex. OSVALD (1947), TORKILDSSEN (1950). BÖRNER (1960) drager av sin litteraturgenomgång emellertid slutsatsen att det främst är vid nedbrytning av rotdelar i marken som giftiga sönderdelningsprodukter skulle uppstå. Till samma slutsats kommer WELBANK (1960) i undersökningar, där han låtit testplantor växa dels i nära kontakt med levande kvickrotsrhizom, dels under inverkan av extrakt från jord, i vilken kvickrotsrhizom inblandats. JARVIS (1964) erhöll å andra sidan resultat beträffande *Deschampsia flexuosa* som tyder på att både humus bildad av gräset och gräsrötterna skulle innehålla eller avsöndra ämnen som negativt påverkar björkplantors tillväxt.

Huruvida fläckhackningens gynnsamma verkan vid barrträdsplantering beror på att ett upphov till produktion av giftiga ämnen i marken avlägsnas är emellertid osäkert. I många fall torde betydande mängder rot- eller rhizomdelar finnas kvar i marken på djupare nivåer. Ny vegetation vandrar vidare successivt in i fläckarna, GERMETEN (1947), HAGNER (1962).

Samtidigt har effekten av fläckhackning på plantors höjdtillväxt visat sig bestå oförminskad ännu 5 år efter plantering, BÄRRING (1965 c), vilket synes vara något svårförenligt med antagandet om att fläckupptagnings stimulerande inverkan på barrträdsplantors höjdtillväxt enbart beror på ett undanröjande av produktion av giftiga utsöndringsprodukter i marken.

Beroende på vegetationens artsammansättning, täthet och frodighet samt frilagd areal medför fläckupptagning att vegetationens tryck på barrträdsplantors ovanjordsdelar mer eller mindre avtager. Alltefter den utsträckning i vilken detta uppnås erhålles positiva effekter, som kan vara av flera slag. Under nederbördsrika perioder kan ett minskat grästryck försvåra angrepp av mögelsvampar, jfr HÜPPEL — KLINGSTRÖM (1964). Genom ett minskat grästryck torde vidare mekaniska skador på barrmassan i viss utsträckning undvikas. En intakt assimilationsapparat kan antagas fördelaktigt påverka tillväxten.

Ehuru frågan hur näringstillgången i marken gestaltar sig efter fläckhackning ej är särskilt väl undersökt, föreligger dock en del resultat som tyder på att någon förbättring ej synes inträda när det gäller bl. a. kväve, om vegetation och humus avlägsnas utan omrörning av mineraljorden, GERMETEN (1947), SÖDERSTRÖM (1963). Genom att nederbördens inträngning i vissa fall underlättas torde risk för urlakningsförluster under dylika förhållanden föreligga, jfr RUSSELL (1950). Utförda barranalyser, 11.6., pekar ej heller på att näringstillgången skulle i högre grad förbättras av fläckhackning.

GERMETENS och SÖDERSTRÖMS resultat är uppnådda på skogsmark, men torde äga motsvarighet även på åkermark.

Den praktiska erfarenheten av fläckhackning visar att under vissa betingelser negativa verkningar även existerar. Det är särskilt uppfrysningsskadan som ökar på finkornsrika marker och torvjordar, vilket varit bekant sedan länge, bl. a. OBBARIUS (1845), BJÖRKMAN (1877), LINDBERG (1915), TAMM (1940), HÄGGSTRÖM (1957), SÖDERSTRÖM (1959 a).

Där en grop uppstår efter fläckhackning kommer plantrötter att placeras djupare än vid plantering å den plana marken. Då samtidigt markens syrehalt i allmänhet avtager med ökat djup, RUSSELL (1950), KRAMER—KOZLOWSKI (1960), kan syretillgången bli lägre för planttrötter under fläckhackningsruta än under plan mark. I allmänhet torde detta ha mindre betydelse eftersom markens syreförråd mestadels är fullt tillräckligt för rotandning, jfr ROMELL (1922). På grundvattenpåverkade marker eller på styva leror kan emellertid markens syreförråd utgöra en minimifaktor, ROMELL (1922). Fläckhackning under dylika förhållanden kan följaktligen leda till minskad rottillväxt och minskad höjdtillväxt, KRAMER — KOZLOWSKI (1960), SÖDERSTRÖM (1959 a).

11.2. Försöksytorna

Effekten av fläckhackning undersöktes på sammanlagt 30 försöksytor, varav 28 ytor omfattar gran och 2 ytor tall. Ytorna ger 37 jämförelser mellan plantering med och utan fläckhackning. 33 jämförelser gäller gran och 4 jämförelser tall. Det övervägande antalet jämförelser utfördes med borrhäcksplantering. Ståndortsförhållanden på försöksytorna framgår av uppställningen nedan, antal jämförelser inom parentes.

Län: B (2), D (11), E (11), H (3), P (4), T (6)

Planteringsår: 1959 (4), 1960 (7), 1961 (2), 1962 (10), 1963 (5), 1964 (1), 1965 (8)

Jordart: sand-mo (11), lätt- och mellanlera (3), styv lera (14), sandig morän (1), kärrtorvjord (6), mosstorvjord (2)

Fuktighetsgrad: torr (1), torr-frisk (3), frisk (23), frisk-fuktig (8), fuktig (2)

V.r.s.-25: 1—1,9 (14), 2,0—2,9 (16), 3,0—4 (7)

Plantkvalitet: god-utmärkt (23), medelgod (11), dålig (3)

Tab. 11.1. Resultat vid plantering med och utan fläckhackning, 4 × 4 dm.
Results from planting experiment with and without screefing 40 cm × 40 cm.

Yta Plot	Plantering utan fläckhackning No screefing				Plantering med fläckhackning Screefing				Plantering utan fläckhackning No screefing					Plantering med fläckhackning Screefing				
	Öp ₁	Öp ₂	Öp ₃	Öp ₅	Öp ₁	Öp ₂	Öp ₃	Öp ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
Gran Spruce																		
Borrplantering Auger planting																		
S.886	97,3	90,0	86,0	42,7	100,0	98,7	98,0	84,0	28,3	32,5	35,8	40,4	55,7	24,9	28,6	34,0	39,0	47,2
S.923	65,8	48,3	47,5	45,0	91,7	89,2	85,8	85,8	22,8	25,6	26,9	32,8	56,3	25,8	29,6	30,8	38,2	62,8
S.929	98,3	82,5	78,3	63,3	100,0	68,3	65,0	55,0	19,8	25,4	34,6	44,7	75,1	20,1	24,8	33,2	46,4	83,3
S.949	99,3	94,0	90,7	77,3	100,0	97,3	78,7	61,3	27,0	32,1	34,4	39,8	57,1	28,1	30,9	32,7	36,8	50,2
S.1026	98,0	92,7	46,0	40,0	100,0	98,7	70,7	68,0	22,4	30,5	38,0	45,2	73,0	22,8	30,1	34,8	46,3	80,8
S.1030	99,2	99,2	98,3	96,7	100,0	95,8	95,8	95,0	21,7	28,4	34,2	44,9	70,8	24,0	29,8	36,9	50,0	78,5
S.1061	100,0	94,7	81,3	64,0	100,0	72,7	58,7	46,0	22,2	25,7	27,1	33,1	50,2	23,3	25,7	27,6	34,1	47,4
S.1063	100,0	98,7	98,7	96,7	100,0	99,3	99,3	99,2	20,6	25,4	27,7	38,8	61,6	20,7	25,4	26,8	37,3	62,8
S.936	15,8	10,8	5,0			52,5	46,7	35,0		18,2	16,9	23,3			20,8	20,7	27,4	
S.943	99,3	59,8	52,6			92,0	58,7	48,7		25,2	35,4	40,2	47,4		24,1	34,0	42,8	53,3
S.944	99,3	82,0	43,3			96,7	82,7	52,0		24,6	26,9	31,4	35,3		22,5	24,2	30,0	30,3
S.945	99,3	70,0	34,0			98,7	48,7	30,0		23,7	26,4	31,8	36,5		23,5	25,7	31,6	40,2
S.947	100,0	84,7	59,2			100,0	85,2	66,4		12,9	20,9	27,8	33,7		13,8	22,7	30,0	34,2
S.1028	100,0	98,0	40,7			100,0	96,7	54,7		34,8	38,7	40,9	38,6		31,2	35,9	40,3	40,4
S.1067	100,0	100,0	99,3			99,3	99,3	96,7		22,2	26,8	29,2	35,1		22,7	28,1	32,3	41,7
S.1072	100,0	44,7	28,7			100,0	99,3	95,3		22,3	25,4	20,3	29,6		20,8	25,2	31,2	38,6
S.1075	97,3	26,7	22,0			97,3	78,7	77,3		20,2	23,4	25,1	32,5		20,9	24,4	26,9	35,1
S.1077	94,7	18,0	14,7			99,3	78,7	69,3		21,5	24,3	23,9	30,4		20,9	24,6	24,2	32,8
S.1081	98,7	94,7	87,3			100,0	100,0	90,7		31,8	34,7	32,0	35,3		26,8	30,1	31,1	35,6
S.1065	100,0	28,3				100,0	68,3			24,2	28,8	24,9			25,0	29,5	23,0	
S.1082	100,0	99,3				100,0	100,0			23,6	30,6	36,2			25,2	32,4	36,9	
S.1084	99,3	38,7				100,0	20,0			25,5	33,9	36,1			25,0	35,0	34,7	
S.1191	100,0	100,0				100,0	100,0			27,1	32,5	34,6			25,9	31,0	36,1	
S.1192	99,3	92,0				99,3	93,3			24,3	28,5	31,0			25,7	30,7	34,1	
S.1193	100,0	99,3				100,0	100,0			27,0	36,6	41,5			28,2	36,9	41,4	
S.1194	100,0	100,0				98,7	96,0			23,8	33,5	37,3			25,1	33,7	36,2	
S.1195	84,0	33,3				100,0	83,3			25,6	28,7	43,5			23,9	34,4	42,7	
S.1196	84,7	84,0				99,3	99,3			33,5	38,7	42,5			32,9	38,6	41,3	
Snedplantering Oblique notch planting																		
S.923	39,2	28,3	26,7	25,0	95,0	90,8	88,3	85,0	29,0	30,8	31,6	38,0	63,2	30,1	33,6	35,4	42,6	71,0
S.936	11,7	7,5	5,8		29,2	25,0	17,5			19,9	14,2	21,1			19,7	21,3	27,4	
SFI-plantering SFI-planting																		
S.1061	100,0	72,7	54,7	40,7	100,0	90,7	74,7	67,3	23,9	26,6	29,0	36,1	54,4	20,7	24,8	27,1	33,8	50,2
S.1063	98,7	98,0	98,0	98,3	100,0	99,3	98,0	97,5	20,6	25,5	26,7	37,8	62,8	19,7	24,1	25,9	37,2	60,7
Plantering i öppen grop Pit planting																		
S.945	98,0	61,3	28,0		100,0	60,0	32,0		26,0	28,2	35,0	41,5		24,2	26,4	33,1	37,3	
M	90,0	70,7	55,3	62,7	95,4	82,4	69,9	76,7	24,5	28,8	31,6	36,3	61,8	24,1	28,8	32,3	38,2	63,2
N	33	33	24	11	33	33	24	11	31	33	33	24	11	31	33	33	24	11
Tall Pine																		
Borrplantering Auger planting																		
S.941	99,3	99,3	99,3	99,3	100,0	100,0	99,3	98,7	8,5	15,5	30,1	58,0	123,7	7,5	14,7	30,5	59,9	123,6
S.1027	98,3	92,5	82,5	81,7	98,3	94,2	91,7	90,8	11,3	21,6	32,6	52,2	102,8	10,4	20,5	34,1	57,4	116,1
SFI-plantering SFI-planting																		
S.1027	99,2	95,8	89,2	88,3	94,2	90,0	85,8	83,3	10,3	21,1	32,5	50,3	101,5	11,2	22,1	36,0	60,4	118,7
Plantering i öppen grop Pit planting																		
S.1027	97,5	90,0	84,2	83,3	100,0	100,0	99,2	97,5	11,8	24,0	34,8	54,7	108,0	11,2	23,0	38,8	62,8	123,8
M	98,6	94,4	88,8	88,2	98,1	96,0	94,0	92,6	10,5	20,6	32,5	53,8	109,0	10,1	20,1	34,8	60,1	120,6
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Gran + tall Spruce + pine																		
M	91,0	73,2	60,1	69,5	95,7	83,9	73,4	81,0	22,9	27,9	31,7	38,8	74,4	22,5	27,9	32,6	41,3	78,5
N	37	37	28	15	37	37	28	15	35	37	37	28	15	35	37	37	28	15

1) Endast 2 block reviderade Only 2 blocks were revised

11.3. Överlevelseprocenten

Resultat på enskilda försöksytor liksom medelvärden framgår av tab. 11.1. Materialet är för litet för att det skall kunna konstateras huruvida planterade med olika metoder reagerat olika på fläckhackning. Då anledning antaga att så skulle vara fallet ej framgår av tab. 11.1. jämföres fläckhackning—icke fläckhackning oavsett använd planteringsmetod. Fördelningen av ytor på differensklasser i överlevelseprocent efter 3 vegetationsperioder för samtliga jämförelser föreligger i nedanstående uppställning.

	Differens, $\bar{O}p_3$, procentenheter Difference, $\bar{O}p_3$ units of percentages					N
	< 5	5—9,9	10—19,9	20—29,9	≥ 30	
Fläckh. > icke fläckh.	3	3	4	1	7	18
Fläckh. < icke fläckh.	5	—	2	1	—	8

Två ytor gav lika resultat. Av 26 jämförelser med utslag i någon riktning erhöles det bästa resultatet av fläckhackning i 18 jämförelser. Skillnaden är insignifikant med teckentestet. Av 8 ytor där plantering utan fläckhackning gav bättre resultat än plantering med fläckhackning är 4 ytor belägna på torvjordar (S.943, S.945, S.949 och S.1061), 3 ytor på lerjordar (S.929, S.1030 och S.1067) samt 1 yta på sandjord (S.1027). Då emellertid plantering med fläckhackning givit bättre resultat än plantering utan fläckhackning på andra ytor på dessa jordarter, jfr 11.2. och tab. 11.1., kan någon förklaring till det bättre resultatet av plantering utan fläckhackning på de 8 nämnda ytorna ej ges. På 5 av ytorna var emellertid skillnaden ringa, <5 procentenheter.

På vissa ytor erhöles ett kraftigt utslag till fördel för fläckhackning. Av 12 jämförelser där skillnaden i $\bar{O}p_3$ är större än 10 procentenheter är 4, på ytor S.923 och S.936, utförda under det under vegetationsperioden torra året 1959, Kap. 8. På dessa ytor var plantavgången betydligt större för snedplantering än borrhplantering vid plantering i vegetationen. Fem av resterande 8 jämförelser berör ytor som drabbades av vårvinterskador 1964, ytor S.1026, S.1028, S.1072, S.1075 och S.1077, Kap. 16. På dessa 5 ytor visade det sig att planterade efter fläckhackning undgick sådana skador i avsevärt högre grad än planter satta direkt i vegetationen, se vidare Kap. 16. På ytan S.1061 erhöles det egendomliga utslaget att överlevelseprocenten påverkades negativt av fläckhackning vid borrhplantering, men positivt vid SFI-plantering. Någon förklaring till resultatet kan ej lämnas, jfr 10.4. och tab. 10.2.

Ytor som ej uppnått 3 års ålder med större skillnad fläckhackning — icke fläckhackning är S.1065, S.1084 samt S.1195—96. Ytan S.1065, anlagd 1963, utsattes för svåra vårvinterskador 1964, Kap. 16. Utslaget för fläckhackning på ytan är i överensstämmelse med utslaget på övriga ytor drabbade av kalamiteten.

Ytan S.1084, anlagd på en sjötorvjord intill en större sjö, utsattes för en långvarig översvämning våren 1966, bil. 5.1., därav den kraftiga plantavgången. Det synes ej vara onaturligt att plantor i de på denna yta uppkomna groparna efter fläckhackning drabbades svårare än något högre, i markytans plan satta plantor.

Beträffande ytor S.1195—96 var det använda plantmaterialet dåligt, bil. 5.1., jfr även Kap. 9. Det förefaller som om påfrestningarna på dessa plantor, satta efter fläckhackning, varit mindre än om de satts direkt i vegetationen, särskilt synes detta gälla den vegetationsrika ytan S.1195.

På en av femårsytorna, S.886, inträffade en anmärkningsvärd plantavgång mellan 3:e och 5:e vegetationsperioden för försöksledet med plantering utan fläckhackning. Differensen fläckhackning—icke fläckhackning i Öp_3 och Öp_5 är respektive 12,0 och 41,3 procentenheter. Den stora plantavgången inträffade någon gång under åren 1963—1965. Anteckningar vid 5-årsrevision 1965 tyder på att vårvinterskador 1964 kan ha förekommit, jfr 11.4. Fördelningen av plantavgången till följd av den förmodade skadeanledningen passar väl in i mönstret på övriga skadade ytor, Kap. 16.

Att utslaget fläckhackning — icke fläckhackning är ringa på flera ytor torde sannolikt sammanhånga med den nederbördsrika undersökningsperioden, Kap. 8 och BÄRRING (1965 c). Nederbördens betydelse torde även framgå av följande uppställning.

Differens fläckhackning— icke fläckhackning i Öp_1	N	Planteringsår	
Difference screening— no screening in Öp_1		Year of planting	
34,0	4	1959	(Dry year)
1,2	33	1960—1965	(Wet years)

För hela materialet, tab. 11.1., är differensen i Öp_3 och Öp_5 fläckhackning—icke fläckhackning 13,3, respektive 11,5 procentenheter. Efter arcus-sinustransformering erhålles medeldifferenserna $0,314 \pm 0,101$ och $0,263 \pm 0,130$ för Öp_3 och Öp_5 , vilket ger t respektive 3,157** och 2,021. Fläckhackning har sålunda, på risknivå 1 procent, i genom-

snitt positivt påverkat överlevelseprocenten efter 3 vegetationsperioder. Efter 5 vegetationsperioder är fläckhackningens överlägsenhet insignifikativ, t-värdet ligger dock nära signifikansgränsen 5 procent.

Materialet är tyvärr för litet för att medge en närmare behandling av fläckhackningens inverkan under olika ståndortsförhållanden.

Uppfrysning förekom i mycket ringa utsträckning även efter fläckhackning. Endast på en yta på torvjord, S.947, uppgick avgången vid fläckhackning till 10 procent till följd av uppfrysning. På det fåtal ytor där uppfrysning i övrigt förekommit, huvudsakligen på torvjord, har uppfrysning svarat för endast några få procent av plantavgången.

11.4. Plantutvecklingen

Plantors medelhöjd på enskilda ytor, liksom medelvärden för hela materialet, återfinns i tab. 11.1. I 26 jämförelser, varav 22 omfattar gran och 4 tall, finns fullständig plantutveckling registrerad från plantering till och med 3:e vegetationsperioden, uppställningen nedan.

	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	N
			Gran		
Utan fläckhackning	23,8	28,2	31,1	37,6	22
Med fläckhackning	23,3	27,7	31,8	39,2	22
			Tall		
Utan fläckhackning	10,5	20,6	32,5	53,8	4
Med fläckhackning	10,1	20,1	34,8	60,1	4

Fläckhackning gav den bästa höjdtutvecklingen i 20 av jämförelserna för tall+gran. Utslaget är med teckentest signifikativt på 1-procentnivån. På ytor S.944, S.947, S.949, S.1061, S.1063, med borrhävdplantering samt yta S.945 med öppen grop gav plantering i vegetationen något större höjdtillväxt än plantering i fläckhackningsruta. Jordarten är kärrtorvjord på ytor S.945, S.947, S.1061, mosstorvjord på yta S.949 samt mellanlera—styv lera på ytor S.944 och S.1063. På dessa jordarter har emellertid fläckhackning på andra ytor givit omvänt resultat, 11.2. och tab. 11.1.

Av uppställningen ovan framgår att stimulering av höjdtillväxten genom fläckhackning i genomsnitt för både tall och gran inträffat först 2:a året efter plantering. Tillväxtökningen av fläckhackning fortsatte under 3:e året.

Medeldifferensen per yta i höjdtillväxt under de tre första vegetationsperioderna är för de 26 ytorna av tall+gran $3,08 \pm 0,88$, vilket ger $t = 3,518^{**}$. Efter 5 vegetationsperioder blev medeldifferensen

4,04 \pm 1,96 och $t = 2,061$, som ligger nära signifikansgränsen 5 procent.

På 5-årsytorna erhålles följande medeldifferenser fläckhackning—icke fläckhackning i tillväxt under 3 och 5 vegetationsperioder för tall och gran.

	H_3-H_0	H_5-H_0	N
gran	0,75	1,16	11
tall	6,72	11,95	4

Per år uppgår tillväxtstimuleringen till 0,2—0,25 cm för gran och 2,2—2,4 cm för tall. Tillväxtstimuleringen är bestående från 3 till 5 år. Då 5-årsytorna för gran innehåller flertalet av ytorna där negativ effekt av fläckhackning erhållits blir tillväxtstimuleringen efter 3 vegetationsperioder större än i uppställningen om differensen beräknas för samtliga 3-årsytor. I detta fall erhålles för gran en medeldifferens av 2,07 \pm 0,74 cm ($P < 0,02$) och en årlig tillväxtökning genom fläckhackning av ca 0,7 cm, vilket utgör ca 15 procent av tillväxten för plantor i vegetationen. För tall utgör den procentuella tillväxtökningen efter 3 vegetationsperioder även ca 15 procent. I jämförelse med förhållandet på skogsmark, BÄRRING (1965 c), där den årliga tillväxtstimuleringen av fläckhackning efter 3 vegetationsperioder uppgick till 1,0 cm för gran, 14 procents tillväxtökning, och 1,5 cm för tall, 22 procents tillväxtökning, är sålunda på åkermark tillväxtökningen procentuellt sett likvärdig för gran, men något mindre för tall.

Ytan S.886 avviker starkt från övriga ytor genom att en positiv tillväxteffekt av fläckhackning efter 3 vegetationsperioder förbyts i en kraftig negativ effekt efter 5 vegetationsperioder. Som berördes i 11.3. drabbades ytan sannolikt av i Kap. 16 närmare omtalade vårvinterskador.

Vid 5-årsrevisionen 1965 var av 150 planterade plantor för vardera av båda försöksleden följande antal plantor levande och topptorra.

S.886. 1965.

	Antal levande plantor		Därav topptorra plantor	
	No. live seedlings		Seedlings with dead top	
			Antal No.	Procent Per cent
Fläckhackning	126		31	24,6
Icke fläckhackning	64		9	14,1

Tab. 11.2. Skillnad i planthöjd vid planteringstillfället mellan samtliga utsatta planter och efter 3:e vegetationsperioden döda planter. Borrplantering om ej annat anges.

Differences in seedling height, both at time of planting for all seedlings and for seedlings dead at end of third growing season. Auger planting when not otherwise stated.

Yta	Differens i H_0 , cm, samt1. plantor-vid 3:e veg.per. döda plantor		Yta	Differens i H_0 , cm, samt1. plantor-vid 3:e veg.per. döda plantor	
Plot	Difference in H_0 , cm, betw. all seedl. and those dead at 3rd rev.		Plot	Difference in H_0 , cm, betw. all seedl. and those dead at 3rd rev.	
	U. fläckh. No. screef.	Fläckh. Screefing		U. fläckh. No. screef.	Fläckh. Screefing
Gran Spruce					
S.886	3,8	4,2	S.1030	7,7	-0,8
S.923	-1,2	0,5	S.1061	0,5	1,1
S.923 i	-0,4	-2,0	S.1061 iii	0,6	0,1
S.929	2,6	1,3	S.1063	1,6	-1,3
S.943	1,8	1,3	S.1063 iii	6,0	2,3
S.944	0,3	0,0	S.1067	0,2	2,1
S.945	0,4	1,0	S.1072	-0,1	-0,2
S.945 ii	0,8	1,1	S.1075	0,2	-0,7
S.947	0,3	0,1	S.1077	0,1	-1,9
S.949	0,4	-1,7	S.1081	-0,6	3,7
S.1026	1,0	0,1	Tall Pine		
S.1028	0,3	0,2	S.941	0,5	2,5
			S.1027	1)	1)

1) Höjd vid plantering saknas för några döda planter

Height when planted not available for some dead seedlings

i: snedplantering oblique notch planting

ii: öppen grop open pit planting

iii: SFI-plantering SFI planting

Det större antalet planter med torr topp i fläckhackningsrutorna har dragit ned medelhöjden vid 5-årsrevisionen och därmed tillväxten. I gengäld är antalet levande planter avsevärt större i rutorna än i vegetationen, jfr 16.7.2.

En analysering av orsak till den bättre höjdtillväxten för planter planterade efter fläckhackning försvåras av att flertalet 3-årsytor kort tid efter plantering utsatts för kalamiteter som påverkat höjdtillväxten. På flera ytor har fläckhackning haft en indirekt effekt på höjdtillväxten genom att minska verkningarna av sådana kalamiteter, jfr tab. 11.1., av vilken framgår att plantmedelhöjden på vissa ytor minskat från en revision till en annan för plantering utan fläckhackning, men ökat efter fläckhackning. Då det ej är möjligt att skilja

Tab. 11.3. Grästryck, uttryckt i V.r.s.-poäng, vid plantering med och utan fläckhackning, 4×4 dm.

Grass competition against seedlings, expressed in V.r.s. points, for planting with and without screefing 40 cm \times 40 cm.

Yta Plot	U. fläckh. No. screef.		Fläckh. Screef.		Diff.		Yta Plot	U. fläckh. No. screef.		Fläckh. Screef.		Diff.	
	Vegetationsperioder No. of grow. seasons							Vegetationsperioder No. of grow. seasons					
	1	2	1	2	1	2		1	2	1	2	1	2
	V.r.s.							V.r.s.					
Gran Spruce													
S.886	2,7	2,9	2,2	3,0	0,5	-0,1	S.1075	1,9	2,0	1,2	1,2	0,7	0,8
S.929	3,0	2,7	3,5	2,9	-0,5	-0,2	S.1077	2,6	1,9	1,5	1,1	1,1	0,8
S.943	3,8	3,2	2,7	3,1	1,1	0,1	S.1065	1,4	1,5	1,5	2,0	-0,1	-0,5
S.944	1,8	2,8	1,6	3,0	0,2	-0,2	S.1081	1,9	2,2	1,1	1,8	0,8	0,4
S.945	2,2	3,4	1,6	3,4	0,6	0	S.1064	1,9		2,1		-0,2	
S.945	12,0	3,3	1,5	2,7	0,5	0,6	S.1082	1,1		1,0		0,1	
S.947	2,4	2,7	1,6	2,1	0,8	0,6	S.1084	2,3		2,0		0,3	
S.949	2,2	1,3	2,0	1,0	0,2	0,3	S.1191	1,7		1,3		0,4	
S.1026	2,6	2,0	1,9	1,7	0,7	0,3	S.1192	2,3		2,3		0	
S.1028	1,8	2,1	1,8	1,9	0	0,2	S.1193	1,0		1,0		0	
S.1030	2,1	1,9	1,3	1,3	0,8	0,6	S.1194	1,0		1,0		0	
S.1061	2,0	2,3	1,6	2,4	0,4	-0,1	S.1195	2,5		1,6		0,9	
S.1061	11,7	2,4	2,2	2,8	-0,5	-0,4	S.1196	1,0		1,0		0	
S.1063	1,0	1,4	1,0	1,0	0	0,4	Tall Pine						
S.1063	11,0	1,0	1,1	1,3	-0,1	-0,3	S.941	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0
S.1067	2,0	1,5	1,5	1,1	0,5	0,4	S.1027	1,8	1,3	1,2	1,2	0,6	0,1
S.1072	1,7	2,7	1,3	1,5	0,4	1,2	S.1027	11,9	1,2	1,1	1,1	0,8	0,1
							S.1027	11,4	1,2	1,2	1,0	0,2	0,2

i: öppen grop open pit planting; ii: SFI-plantering SFI planting

effekten av dylika indirekta verkningar från inverkan av en eventuell direkt tillväxstimulering eller ökta höjdtillväxt har orsaken till den ökade höjdtillväxten efter plantering med fläckhackning ej närmare kunnat analyseras.

Hur medelhöjden vid plantering på vid 3:e vegetationsperioden avgångna plantor förhöll sig till medelhöjden för samtliga plantor vid plantering undersöktes dock, tab. 11.2.

Medelvärdet i cm på differensen i tab. 11.2. blir:
plantering utan fläckhackning: $1,17 \pm 0,43$; $t = 2,721^*$

» med » : $0,57 \pm 0,35$; $t = 1,629$

För båda planteringsförfarandena har mindre plantor i första hand avgått, vilket är särskilt tydligt för plantering utan fläckhackning.

11.5. Fläckhackningens inverkan på vegetationens svårighetsgrad

Fläckhacknings inverkan på vegetationens konkurrens med barrträdsplantor ovan jord undersöktes på ytor anlagda från och med 1960 med hjälp av V.r.s.-begreppet, tab. 11.3. Någon korrigering för

höjdskillnader gjordes ej, varför skillnad i V.r.s. mellan försöksleden uttrycker den samlade inverkan av höjdskillnad och förändringar i grästrycket.

Fläckhackning minskade i genomsnitt grästrycket signifikativt, $P < 0,001$ och $P < 0,05$, efter 1 och 2 vegetationsperioder. Effekten avtog mellan 1:a och 2:a vegetationsperioden. I medeltal minskade emellertid grästrycket obetydligt av fläckhackning, vilket torde sammanhånga med den ringa fläckstorleken och det förhållandet att gräsarter med utlöpare förekom på många ytor, bil. 5.2. och 12.6.3. På vissa ytor, där gräsarter med begränsad förmåga till vegetativ förökning förekom, minskade emellertid fläckhackning grästrycket betydligt, tab. 11.3. och bil. 5.2.

11.6. Om näringstillståndet hos granplantor efter fläckhackning

Barranalys har visat sig vara ett värdefullt hjälpmedel för att bedöma växters näringstillstånd och har för detta ändamål utnyttjats även på vedartade växter, bl. a. TAMM (1951, 1955), INGESTAD (1962).

Med anledning av inträffade, tidigare berörda vårvinterskador 1964 insamlades barrprover under 1964—65 från 5 granytor. Ytterligare motiv för insamlingen framgår av 13.8. På 3 av ytorna, S.1067 samt S.1191—92, ingick fläckhackning som försöksled. På yta S.1067, anlagd våren 1964, skedde insamling den 22 oktober 1964, på ytor S.1191—92, anlagda våren 1965, gjordes insamling den 8—9 november 1965.

Provtagning följde professor C. O. TAMMS (1958) anvisningar. Endast årsskott tillvaratogs. Skott klipptes hela tiden från 2:a kvistvarvet ovanifrån och från delar vända åt söder. Lika stor skottlängd eftersträvades från varje planta.

För varje försöksled sårhölls årsskott från olika block, varigenom 5 upprepningar erhöles. Inom block togs prov från varje frisk planta. Då ytterst få plantor dött eller skadats representeras varje block av 28—30 plantor. Analyserade näringsämnen är kväve, fosfor, kalium och magnesium. Analyserna utfördes, genom förmedling av professor C. O. TAMM, av institutionen för västekologi och marklära vid Skogshögskolan med där tillämpade standardmetoder. De är senast beskrivna av INGESTAD (1962).

Blockvisa analysvärden framgår av bil. 13.3. Uppställningen nedan ger medelvärden med medelfel erhållna från variansanalys av bil. 13.3., jfr 13.8. Vid signifikansprövning av bil. 13.3. användes »T-metod», jfr Kap. 6. Höjdtillväxt vegetationsperioden före (H_1-H_0) och efter (H_2-H_1) barrprovsinsamling återfinns i bil. 13.4.

Uppställningen nedan visar att i allmänhet små skillnader existerat i näringshalt hos plantor i fläckhackningsrutor och i vegetation.

Någon tendens till förändring i särskild riktning finns ej. På yta S.1067 var kvävehalten signifikativt mindre hos plantor i fläckhackningsrutor, på övriga ytor obetydligt större (insignifikativt). Trots

	Procent av torrsvikt Per cent of dry weight			
	N	K	P	Mg
S.1067				
Ej fläckhackning	$1,46 \pm 0,05$	$0,68 \pm 0,02$	$0,22 \pm 0,007$	$0,11 \pm 0,005$
Fläckhackning	$1,23 \pm 0,05^*$	$0,63 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,007$	$0,13 \pm 0,005$
S.1191				
Ej fläckhackning	$0,91 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,006$	$0,081 \pm 0,004$
Fläckhackning	$1,05 \pm 0,03$	$0,53 \pm 0,02$	$0,22 \pm 0,006$	$0,091 \pm 0,004$
S.1192				
Ej fläckhackning	$1,17 \pm 0,06$	$0,56 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,005$	$0,091 \pm 0,003$
Fläckhackning	$1,22 \pm 0,06$	$0,55 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,005^*$	$0,090 \pm 0,003$

detta var emellertid tillväxten vegetationsperioden efter insamlingen (H_2-H_1) avsevärt större för plantor i fläckhackningsrutor än i vegetationen, uppställning nedan. På ytor S.1067 och S.1191 är den bättre tillväxten efter fläckhackning signifikant med $P < 0,02$ och $< 0,05$, respektive, jfr bil. 13.4.

	H_2-H_1	
	Ej fläckh.	Fläckh.
S. 1067	2,4	4,2
S. 1191	2,1	5,1
S. 1192	2,5	3,4

11.7. Diskussion

På enstaka ytor blev planteringsresultatet nämnvärt sämre efter fläckhackning än utan fläckhackning trots att det omvända inträffat på liknande jordart på andra ytor. Tyvärr har det ej varit möjligt att genomföra en tillräcklig registrering av på planteringsresultat verkande faktorer. Hade så varit möjligt är det ej osannolikt att förklaring erhållits till sådana motsägande resultat. Som exempel väljes försöksytorna S.886 och S.949, båda anlagda år 1961 på torvjordar. Använt plantmaterial betecknades som bra på båda ytorna. På yta S.886 gav fläckhackning efter 3 vegetationsperioder en överlevelseprocent som var 12 procentenheter större än för plantering utan fläckhackning, på yta S.949 däremot blev överlevelseprocenten efter 3 vegetationsperioder 12 procentenheter mindre med fläckhackning. På yta S.949 genom-

fördes vattenståndsmätningar under snöfri del av perioden 4 juni 1964—24 september 1965, 13.5.1. Trots att mätningarna inte utfördes under en särskilt nederbördsrik period, jfr fig. 8.1., befann sig grundvattnet på plan mark från hösten 1964 fram till senvåren 1965 på så hög nivå som 10—20 cm under markytan på betydande delar av försöksytan. Ytans mindre goda dränering kan sålunda ha medfört en ogynnsam situation för plantor i fläckhackningsrutor under de nederbördsrika åren 1961—63, fig. 8.1. På ytan S.886 saknas vattenståndsmätningar. Ytan förefaller dock att vara bättre dränerad än yta S.949. Detta kan dock ej styrkas med mätresultat, varför här endast kan framhållas som en tänkbar orsak till det skiljaktiga utslaget på de båda ytorna att dräneringen varit olika. Även beträffande andra ytor med skiljaktiga resultat kan enskilda omständigheter i ett tänkbart orsakssammanhang framhållas som förklaring till erhållna utslag. Detta göres emellertid ej här.

Ler- och torvjordar anses vanligen mindre lämpliga för fläckupptagning vid plantering på grund av uppfrysningsrisk, 11.1. I undersökningen förekom uppfrysning emellertid i ringa utsträckning även på dessa jordarter. Torvjordar synes ha varit något mera utsatta än lerjordar. Bidragande orsak till frånvaron av uppfrysning kan vara använt plantsortiment, i huvudsak 2/2 gran. Enligt TAMM (1940) minskar uppfrysningsfaran med ökad plantstorlek. Resultaten visar klart att anledning finns att beakta fläckupptagningens positiva verkningar även på som normalt ansedda uppfrysningsjordar. På dessa blir valet av fläckhackning en avvägningsfråga mellan berörda positiva verkningar av fläckhackning och uppfrysningsfaran, vilket för plantering på skogsmark diskuteras av BÄRRING (1965 c).

11.3. Sammanfattning

På 30 försöksytor jämfördes plantering i vegetationen med plantering i fläckhackningsruta, 4×4 dm. I enskilda jämförelser användes hela tiden samma planteringsmetod, vanligen 1-mans borrhplantering. Sammanlagt erhöles 37 jämförelser, varav 33 omfattar gran och 4 tall. Olika jordarter är representerade på ytorna.

Efter 3 vegetationsperioder erhöles i genomsnitt en överlevelseprocent som för tall+gran var drygt 13 procentenheter större för plantering i fläckhackningsruta än för plantering i vegetationen. Skillnaden var signifikant på risknivån 1 procent. På 5-årsytorna, endast hälften till antalet mot 3-årsytorna, var den nämnda differensen drygt 11 procentenheter. Skillnaden låg nära signifikansgränsen 5 procent. På ytor drabbade av en speciell kalamitet vårvintern 1964, Kap. 16, erhöles än-

da upp till 50—70 procentenheter större överlevelseprocent av fläckhackning. Även på yta anlagd under det torra året 1959 erhöles liknande skillnader till fläckhacknings förmån.

Höjdtillväxten blev för gran signifikativt större efter 3 vegetationsperioder av fläckhackning. Tallens höjdtillväxt påverkades också positivt. Stimuleringen av planttillväxten började för både tall och gran i genomsnitt från och med 2:a vegetationsperioden och var av samma eller större storleksordning under 3:e vegetationsperioden. För såväl tall som gran uppgick tillväxttöknigen efter 3 vegetationsperioder till 15 procent av tillväxten för plantorna i vegetationen. Tillväxteffekten av fläckhackning var i stort sett oförändrad ännu efter 5 år i jämförelse med effekten efter 3 år. Efter 5 vegetationsperioder låg skillnaden i tillväxt till fläckhacknings förmån nära signifikansgränsen 5 procent.

Fläckhackning minskade i genomsnitt något vegetationens tryck på plantorna, i många fall dock ej i sådan utsträckning att gräsrensning blivit överflödig.

På tre försöksytor undersöktes granplantors näringstillstånd efter fläckhackning genom att årsbarr insamlades på senhösten 1:a vegetationsperioden efter plantering. Inga stora skillnader förekom i barrrens halt av kväve, kalium, fosfor eller magnesium mellan plantor satta i vegetationen och plantor satta i fläckhackningsruta. På en yta var kvävehalten signifikativt mindre hos plantor i fläckhackningsruta, på två ytor obetydligt och insignifikativt större i jämförelse med plantor i vegetationen. Oavsett detta var plantors tillväxt under 2:a vegetationsperioden 40—150 procent (i absoluta tal 1—3 cm) större i fläckhackningsruta än i vegetationen.

Ekologiska verkningar av fläckhackning diskuteras i 11.1. och 11.7. på basis av litteraturstudier och egna detaljundersökningar, närmare redovisade i Kap. 16. Det framkommer att fläckhackning har ett flertal betydelsefulla effekter. Dessa kan bedömas vara anledning till att mycket stora skillnader till fläckhacknings förmån uppkommit på ett flertal ytor. Även negativa verkningar kan förekomma och har förekommit på speciella ståndorter.

Trots att ett flertal ytor är anlagda på ler- och torvjordar — ansedda som uppfrysningssjor — förekom uppfrysning i liten utsträckning. På flera sådana ytor erhöles stora utslag till fläckhacknings förmån. I 11.7. framhålls att fläckhacknings positiva verkningar bör beaktas även på nämnda jordarter.

Fläckupptagningens användbarhet vid åkerplantering beröres i senare avsnitt då överblick erhållits av alternativa metoder.

Kap. 12. Plöjningsmetodens inverkan på planteringsresultatet och vegetationen

12.1. Litteratur

I Sverige har markbearbetningsmetoder länge använts för att underlätta skogsträdsplantors överlevande och utveckling efter sådd och plantering. På skogsmark är hyggesbränning välkänd, liksom markbearbetning, fläckhackning eller fläckupptagning, Kap. 11. På stenfria marker har plöjning av enkla tiltor tillämpats och rekommenderats under särskilda förhållanden, »Anvisningar i skogsbruk» (1947), LUNDBERG (1952), MAGNUSSON (1957), HÄGG (1963 a, b).

I Danmark användes ända sedan slutet på 1700-talet plöjningsmetoder för skogsodling av jylländska hedar, JOHANSEN (1965). Betydelsen av plöjning på dessa marker visar LØFTING (1939).

Även i Tyskland har markbearbetning gamla anor, jfr STUMPF (1870). Tiltplantering omnämnes av BURCKHARDT (1858). Metodernas positiva inverkan framgår av WAGENKNECHT (1941). En översikt av olika metoder ger BARELMANN (1963) och SCHIRMER (1963).

I England användes plöjningsmetoder för skogsodling av hedar och myrmarker. Forestry Commission startade de första plöjningsundersökningarna omkring år 1920, ZEHETMAYR (1954, 1960). För att kulturerna skall utvecklas gynnsamt anger ZEHETMAYR och HOLMES—STEWART (1962), att någon form av plöjning ofta visat sig vara en viktig förutsättning. Liknande erfarenheter har MESHECHOK (1961 a) uppnått i Norge vid undersökning av skogsodlingsmöjligheter å myrmark.

Från U.S.A. och Kanada föreligger ett flertal rapporter om gynnsam plantutveckling efter plantering på tilla i jämförelse med plantering på obearbetad mark eller i plogfåra, HOVIND—SCHOLZ (1955), ARMSON (1958), WILDE—VOIGT (1959), MC ARTHUR (1964), MC LEOD (1964). På torra marker har plantering i fåra givit bättre resultat än plantering i markyta, CAYFORD—JARVIS (1963).

12.2. Studerade plöjningsmetoder

Mot bakgrund av före undersökningens början bekanta erfarenheter, 12.1., var det foljdriktigt att plöjningsmetoder medtogs i undersökningen. Avsikten var att insamla ett större material för en jämförelse plöjt—oplöjt. Svar söktes även på frågorna huruvida tiltjocklek och

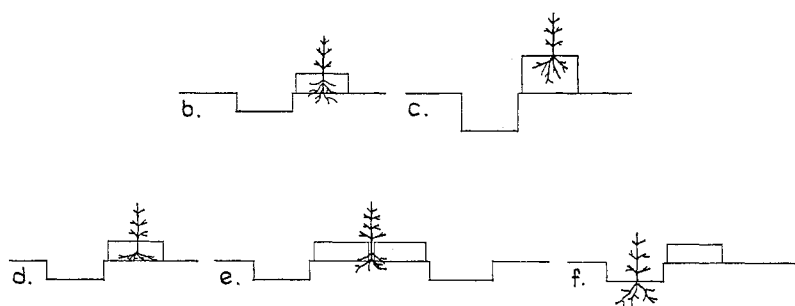


Fig. 12.1. Principskiss över plantors placering vid olika metoder för plantering i anslutning till tiltplöjning.

Positioning of seedlings in the various planting methods connected with single-furrow ploughing.

plöjningstidpunkt i förhållande till planteringstillfället hade betydelse för planteringsresultatet, liksom om detta var fallet beträffande olika planteringsförfaranden i anslutning till tiltor.

Vissa undersökningar gjordes även för att belysa vegetationsförändringar efter plöjning.

Följande planteringsförfaranden efter plöjning studerades:

- a. plantering efter helplöjning med eller utan harvning
- b. plantering på tunn, enkel tilta, varvid en del av plantrötterna nådde ned i underlaget. Standardmetod
- c. plantering på tjock, enkel tilta, varvid plantrötterna helt placerades inom tiltan
- d. plantering på tunn, enkel tilta, varvid rötterna placerades mellan markytan och tiltundersidan, »kluven tilta»
- e. plantering mellan tiltor lagda tätt tillsammans
- f. plantering i fåra

Förfaringssätten visas i fig. 12.1.

Standardmässig planteringsmetod var 1-mans borrhplantering utom beträffande d, vid vilken metod Wifsta-hacka användes. Med hackan gjordes ett inhugg vinkelrätt mot tiltan in till dennas mitt. Tiltan bändes upp, varefter jord avskrapades från tiltan och infördes under denna. Plantan placerades i den upphuggna skåran med rötterna på den avskrapade jorden, varefter tiltan återfördes i sitt läge.

Vid plantering på tiltorna placerades plantorna mitt på tiltan. Om tilt-tjockleken var för stor för att medge plantering enligt metod b avhackades jord från tiltöversidan så att rötterna nådde ned i underlaget.

Plöjning utfördes vanligen med en 12 tums, enskärig jordbruksplog antingen hösten före vårplantering eller samma vår plantering skedde. På ytor S.931 och S.932 användes 2-skärig jordbruksplog. Placering av plantor utfördes enligt metod b. Vid tiltplöjning pressades tiltorna an mot underlaget.

Tab. 12.1. Uppgift om plöjningstidpunkt och tilttjocklek [standardmetod (b)] vid tiltplöjning. Höst = plöjning hösten före vårplantering, vår = plöjning samma vår plantering utfördes.

Date of ploughing and ridge thickness [standard method (b)]. Höst = ploughed in autumn before spring planting, vår = area ploughed in same spring as it was planted.

Yta Plot	Plöjnings- tidpunkt Time of ploughing	Tilttjock- lek, cm Ridge thick- ness, cm	Yta Plot	Plöjnings- tidpunkt Time of ploughing	Tilttjock- lek, cm Ridge thick- ness, cm
S.866	vår		S.1065	höst	
S.867	vår		S.1066	höst	14 ± 0,1
S.929	höst		S.1067	höst	9 ± 0,6
S.931	höst		S.1068	höst	7 ± 1,0
S.932	höst		S.1071	vår	12 ± 0,7
S.933	höst		S.1072	vår	14 ± 0,8
S.936	vår		S.1074	vår	9 ± 0,4
S.940	höst		S.1075	vår	11 ± 0,3
S.948	höst		S.1076	vår	
S.985	vår		S.1077	vår	10 ± 0,3
S.987	vår		S.1082	höst	13 ± 0,3
S.1014	höst		S.1084	höst	13 ± 0,6
S.1022	höst		S.1191	höst	18 ± 0,9
S.1024	vår	11 ± 0,6	S.1192	höst	19 ± 0,6
S.1025	vår				

vår = spring, höst = autumn

Tabell 12.1. visar plöjningstidpunkt och utförda mätningar över tilttjocklek för standardförfarandet. Medelfel beräknades med hjälp av variationsvidden, Kap. 6. Mätningarna utfördes i 15 systematiskt fördelade punkter. Tilttjocklek på ytor där mätningar saknas torde vara 10—15 cm.

12.3. Försöksytorna

Jämförelse mellan det standardmässiga tiltplanteringsförfarandet, metod b, och plantering i markyta omfattar 29 ytor med gran. På 2 av ytorna föreligger även jämförelse med tall. Ståndortsförhållanden på ytorna framgår av uppställningen nedan, antal jämförelser inom parentes.

Län: B (3), D (8), E (10), N (2), T (3), C (2), X (3)

Planteringsår: 1959 (1), 1960 (7), 1961 (5), 1962 (2), 1963 (8),
1964 (4), 1965 (4)

Jordart: sand-mo (3), lätt- och mellanlera (7), styv lera (14),
moiga moräner (2), kärrtorvjord (4), mosstorvjord (1)

Fuktighetsgrad: frisk (27), frisk-fuktig (3), fuktig (1)

V.r.s₂₅: 1—1,9 (14), 2,0—2,9 (10), 3,0—4 (7)

Plantkvalitet: god—utmärkt (21), medelgod (7), dålig (3)

12.4. Tiltplöjning

12.4.1. Plantering på tunna och tjocka tiltor

Tabell 12.2. visar ytvis planteringsresultat jämte medelvärden efter plantering på tunn och tjock tilta. Angivna värden på tilttjocklek avser tiltor vilka ej justerats med hänsyn till tjockleken. I fig. 12.2 föreligger en grafisk representation av plantutvecklingen. Materialet är i minsta laget, men synes antyda att tunna tiltor varit fördelaktigare än tjocka tiltor på mineraljord, vilken på ytorna i huvudsak utgjorts av leror, bil. 5.1. Efter 2 vegetationsperioder uppgår differensen tunna — tjocka tiltor i höjdtillväxt till $2,96 \pm 0,47$ cm, vilket ger 1-procentig signifikans. Medeltillväxten under de 2 första vegetationsperioderna var 10,0 cm för planter på tunna tiltor och 7,1 cm för planter på tjocka tiltor, vilket innebär att plantornas höjdtillväxt på tunn tilta var 42 procent större än plantornas på tjock tilta. På torvjordar förefaller det däremot som om tjocka tiltor, vilka medgivit att plantrötterna placerats inom tiltorna, ej haft nedsättande inverkan på planttillväxten. I särskilt hög grad har detta gällt tall, som visade en kraftig tillväxtstegring vid plantering på tjock tilta på den enda yta där trädslaget är representerat.

Figur 12.2. visar att på förekommande mineraljord tenderar skillnaden i planttillväxt till tunna tiltors förmån att öka med tiden. På 2 ytor, S.1024 och S.1068, utsattes planter på tjock tilta för störningar,

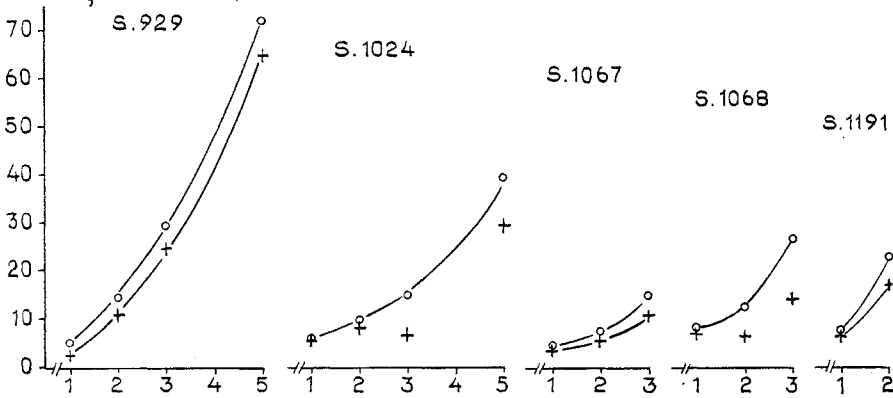
Tab. 12.2. Borrplantering på tunna (b) och tjocka (c) tiltor.

Auger planting on thin (b) and thick (c) plough ridges.

Yta Plot	Tilttjocklek, cm Ridge thickness, cm		Tunn tilta (b) Thin ridge (b)				Tjock tilta (c) Thick ridge (c)				Tunn tilta (b) Thin ridge (b)					Tjock tilta (c) Thick ridge (c)				
	Tunn tilta Thin ridge	Tjock tilta Thick ridge	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
Mineraljord. Gran Mineral soil. Spruce																				
S.929	-	-	98,3	98,3	93,3	80,0	96,7	94,2	94,2	88,3	19,8	25,0	34,5	49,5	91,5	19,9	22,2	30,0	44,4	84,1
S.1024	11 ± 0,6	19 ± 0,8	100,0	100,0	80,0	74,0	99,3	99,3	75,3	65,3	22,5	28,9	32,8	37,8	61,7	24,6	30,6	32,8	31,3	54,4
S.1067	9 ± 0,6	16 ± 0,7	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	99,3		22,5	26,9	29,9	37,6		21,4	25,0	26,8	32,3	
S.1068	7 ± 1,0	18 ± 0,3	100,0	100,0	100,0		100,0	94,2	91,7		22,8	27,1	29,0	36,4		25,3	28,9	28,5	32,3	
S.1191	18 ± 0,9	21 ± 0,2	100,0	100,0			99,3	96,7			24,9	28,8	36,5			24,4	27,7	32,9		
N	11 ± 0,4	18 ± 0,3	99,7	99,7	93,3	77,0	99,1	96,9	90,1	76,8	22,5	27,3	32,5	40,3	76,6	23,1	26,9	30,2	35,1	69,2
Torvjord. Gran Peat. Spruce																				
S.1066	14 ± 0,6	20 ± 0,6	100,0	100,0	96,7		100,0	100,0	99,3		17,5	24,5	33,8	40,7		19,0	26,2	34,8	43,9	
S.1192	19 ± 0,6	20 ± 0,7	100,0	98,0			99,3	96,7			24,4	28,4	30,9			24,7	28,6	31,2		
N	16 ± 0,5	20 ± 0,5	100,0	99,0	96,7		99,6	98,4	99,3		21,0	26,4	32,4	40,7		21,8	27,4	33,0	43,9	
Torvjord. Tall Peat. Pine																				
S.1066	13 ± 0,8	17 ± 1,2	100,0	96,7	86,7		100,0	100,0	97,5		13,1	21,1	36,1	46,7		14,6	22,6	41,1	56,1	

Gran , Spruce

Mineraljord , Mineral soil

S:a höjdtillväxt, cm
Sum height increment, cm

Torvjord , Peat

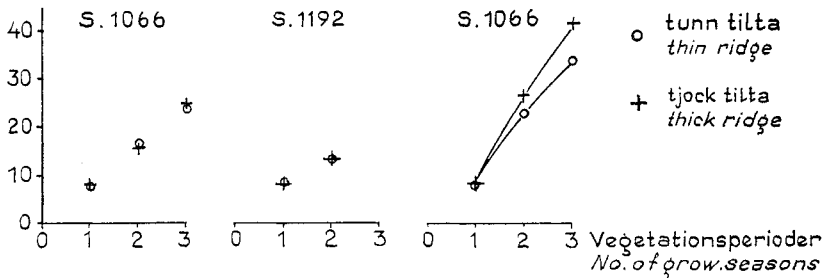


Fig. 12.2. Plantors höjdtutveckling vid plantering på tunna (b) och tjocka (c) tilter, jfr fig. 12.1. och tab. 12.2.

Height growth of seedlings on thin (b) and thick (c) plough ridges, cf. Fig. 12.1. and Table 12.2.

vilka påverkat höjdtillväxten. På yta S.1024 konstaterades att detta orsakats av vissa vårvinterskador, vilka drabbade plantor signifikativt svårare på tjock än tunn tilta, 16.5.2. På yta S.1068 utsattes plantor på tjock tilta för viltskador, som resulterade i att toppskott bitits av, medan plantor på tunn tilta undgick dylika skador. Detta kan sammanhånga med att plantor på tjock tilta är skyddade av snö kortare tid än plantor på tunn tilta, jfr 16.9.2.2.

Över orsakerna till den nedsatta tillväxten hos plantor på tjock tilta hänvisas till 12.7. och jordtemperaturmätningar redovisade i 16.9.2.2. Det framgår av dessa mätningar att marken under tjocka tilter synes uppvärmas avsevärt senare på våren än under tunna tilter, vilket

Tab. 12.3. Borrplantering på höst- och vårplöjda tiltor, jfr tab. 12.1.

Auger planting on ridges from autumn and spring ploughing, respectively. Cf. Table 12.1.

Yta Plot	Tilttjocklek, cm Ridge thickness, cm		Höstplöjning Autumn ploughing				Vårplöjning Spring ploughing				Höstplöjning Autumn ploughing					Vårplöjning Spring ploughing				
	Höst- plöjn.	Vår- plöjn.	Ö _{p1}	Ö _{p2}	Ö _{p3}	Ö _{p5}	Ö _{p1}	Ö _{p2}	Ö _{p3}	Ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
Mineraljord. Gran Tunn tilta Mineral soil. Spruce Thin ridge																				
S.1067	9 ± 0,6	8 ± 0,5	100,0	100,0	100,0		100,0	99,3	99,3		22,5	26,9	29,9	37,6		21,4	25,5	27,9	35,7	
S.1082	13 ± 0,3	12 ± 0,5	100,0	100,0			100,0	100,0			23,5	29,3	35,6			25,5	31,9	36,2		
S.1191	18 ± 0,9	16 ± 0,7	100,0	100,0			100,0	100,0			24,9	28,8	36,5			23,4	26,6	33,4		
M	13 ± 0,4	12 ± 0,3	100,0	100,0	100,0		100,0	99,8	99,3		23,6	28,3	34,0	37,6		23,4	28,0	32,5	35,7	
Tjock tilta Thick ridge																				
S.929	-	-	96,7	94,2	94,2	88,3	95,8	93,3	93,3	85,8	19,9	22,2	30,0	44,4	84,1	16,3	18,8	26,3	44,2	86,8
S.1191	21 ± 0,2	21 ± 1,2	98,7	98,0			100,0	100,0			24,4	27,7	32,9			24,6	28,3	34,5		
M			97,7	96,1	94,2	88,3	97,9	96,6	93,3	85,8	22,2	25,0	31,4	44,4	84,1	20,4	23,6	30,4	44,2	86,8
Torvjord. Gran Peat. Spruce Tunn tilta Thin ridge																				
S.1066	14 ± 0,1	18 ± 1,3	100,0	100,0	98,9		100,0	100,0	100,0		17,9	24,5	34,0	42,6		18,9	26,3	36,5	46,1	
S.1192	19 ± 0,6	14 ± 1,0	100,0	98,0			99,3	94,7			24,4	28,4	30,9			25,4	29,4	31,9		
M	16 ± 0,3	16 ± 0,8	100,0	99,0	98,9		99,6	97,4	100,0		21,2	26,4	32,4	42,6		22,2	27,8	34,2	46,1	
Tjock tilta Thick ridge																				
S.1192	20 ± 0,7	18 ± 0,6	99,3	96,7			99,3	91,3			24,7	28,6	31,2			24,0	27,9	30,0		
Tall Tunn tilta Thin ridge																				
S.1066	13 ± 0,8	14 ± 0,3	100,0	95,0	88,3		100,0	100,0	95,0		12,6	21,3	35,9	44,4		12,6	20,9	41,6	57,7	
M Totalt	16 ± 0,2	15 ± 0,3	99,4	98,0	95,4	88,3	99,4	97,6	96,9	85,8	21,6	26,4	33,0	42,2	84,1	21,3	26,2	33,1	45,9	86,8

bland annat kan leda till senare tjällossning. Att på mineraljord på höjdtillväxten negativt inverkan av ökad tilttjocklek ej gjort sig gällande på torvjord kan möjligen förklaras av att den förbättrade dräneringen med ökad tilttjocklek uppvägt dessa nackdelar. Bidragande orsak kan även den omständigheten ha varit att skillnaden i tilttjocklek mellan tjocka och tunna tiltor ej var lika stor på torvjord som på mineraljord. ZEHETMAYR (1954) redovisar från undersökningar i England bättre ungdomsutveckling av olika trädslag, bl. a. tall, på tjocka än på tunna tiltor på torvjord, vilket även omnämnes av EDWARDS (1962).

12.4.2. Plantering efter höst- och vårplöjning

Frågan om plantering på tiltor bör ske efter höstplöjning eller vårplöjning synes, att döma av resultaten i tab. 12.3., ej att vara av samma betydelse som frågan om tilttjockleken. En tendens kan urskiljas beträffande tunna tiltor på mineraljord att höjdtillväxten varit något bättre för plantor satta på tiltor upplöjda hösten innan vårplantering än för plantor satta på tiltor upplöjda strax före plantering på våren, medan det omvända närmast synes ha varit fallet beträffande tjocka tiltor. Materialet medger dock ej säkra slutsatser. En anmärkningsvärd skillnad till vårplöjningens förmån uppvisar tall på torvjord, för vilket trädslag höjdtillväxten för plantor på vårplöjda tiltor efter 3 vegetationsperioder var inemot 50 procent större i förhållande till till-

Tab. 12.4. Jämförelse av olika metoder för placering av planter vid tiltplöjning, jfr fig. 12.1. Gran.

Comparison of different planting positions in connection with ridge ploughing, cf. Fig. 12.1. Spruce.

Yta Plot	Tunn tilta (b) Thin ridge (b)				Tunn, kluven tilta (d) Thin notched ridge (d)				Tunn tilta (b) Thin ridge (b)					Tunn, kluven tilta (d) Thin notched ridge (d)				
	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
S.931	94,2	92,5	92,5	92,5	95,0	87,5	84,2	80,8	21,4	27,5	33,3	46,9	74,7	20,6	24,6	31,2	39,6	69,1
S.987	99,3	99,3	94,7	44,0	100,0	98,7	89,3	46,7	21,6	26,2	36,2	34,4	52,4	21,2	25,5	33,8	32,6	50,8
S.933	100,0	95,3			100,0	90,0			19,5	23,2	32,5			21,8	25,1	33,2		
M	97,8	95,7	93,6	68,2	98,3	92,1	86,8	63,8	20,8	25,6	34,0	40,6	63,6	21,2	25,1	32,7	36,1	60,0
S.929	Tunn tilta (b) Thin ridge (b)				Mellan tiltor (e) Between ridges (e)				Tunn tilta (b) Thin ridge (b)					Mellan tiltor (e) Between ridges (e)				
	98,3	98,3	93,3	80,0	97,5	76,7	65,0	50,8	19,8	25,0	34,5	49,5	91,5	17,4	21,6	28,6	40,1	69,6
	100,0	97,3	94,7	80,0	100,0	97,3	89,3	71,3	27,1	32,0	43,3	60,5	99,9	28,9	35,0	44,1	61,7	105,6
	25,8	20,0	19,2		69,2	58,3	57,5		20,3	21,6	30,1			30,8	24,1	34,1		
	99,3	71,3	52,0		97,3	64,7	40,0		22,4	25,8	25,4	31,1		23,7	27,2	22,3	29,5	
M	80,8	71,7	64,8	80,0	91,0	74,2	63,0	61,0	23,1	25,8	31,2	42,8	95,7	23,3	28,6	29,8	41,4	87,6
S.929	Tunn tilta (b) Thin ridge (b)				Fåra (f) Furrow (f)				Tunn tilta (b) Thin ridge (b)					Fåra (f) Furrow (f)				
	98,3	98,3	93,3	80,0	98,7	60,8	49,2	40,8	19,8	25,0	34,5	49,5	91,5	19,4	25,2	30,4	40,6	64,1
	94,2	92,5	92,5	92,5	95,0	80,0	78,3	76,7	21,4	27,5	33,3	46,9	74,7	19,0	23,0	26,0	28,5	47,0
	98,0	97,3	96,7	95,3	98,0	92,7	92,0	92,0	19,6	24,8	33,4	52,1	75,9	19,6	23,9	29,6	43,9	78,8
	98,0	96,7			98,7	95,3			21,4	25,0	34,3			22,3	25,9	33,2		
S.933	100,0	95,3			99,3	58,7			19,5	23,2	32,5			21,0	24,8	26,5		
M	97,7	96,0	94,2	89,3	97,9	77,5	73,2	69,8	20,3	25,1	33,6	49,5	80,7	20,3	24,6	29,1	37,7	63,3

växten hos planterade på tiltor plöjda på hösten. Huruvida detta varit en tillfällighet kan endast utredas med nya försök.

Att plantering på vårplöjda tiltor hävdad sig väl är överraskande. Det förefaller naturligt att den sönderfrysning av tiltor som sker under vintern skulle innebära fördelar för planter på höstplöjda tiltor. Så synes ej i högre grad ha varit fallet. Resultaten stödes av planteringsförsök i Uppsala län, HÄGG (1963 a, b). I dessa försök erhöles till och med någon liten överlägsenhet, dock ej signifikanssprövad, för vårplöjning på torvjord.

12.4.3. Jämförelse mellan några planteringsmetoder i anslutning till tiltplöjning

Tabell 12.4. visar att inget av prövade alternativ, (d), (e), (f), till plantering på tilta då en del av rötterna nått genom tiltan (b) varit klart bättre än denna metod. Plantering i fåra gav en medelöverlevelseprocent som efter 3 vegetationsperioder var ca 17 procentenheter mindre än plantering på tilta (b). På yta S.929 uppgår skillnaden till nära 45 procentenheter. Utslaget är entydigt för överlevelseprocenten på samtliga ytor. Tillväxten var obetydligt bättre för plantering i fåra å yta S.985. Ytan var den enda vegetationsfattiga yta, där plantering i fåra använts.

Placering av plantrötter mellan tiltundersida och grässvål gav inte i något avseende bättre planteringsresultat än om rötterna även placerades under grässvålen.

Utfallet av jämförelsen mellan plantering mellan tiltor lagda tätt tillsammans samt plantering på enkel tilta med rötterna delvis i underlaget blev oenhetligt. Efter 3 vegetationsperioder var planteringsresultatet i genomsnitt likartat för båda metoderna.

ZEHEMAYR (1960) redovisar bättre resultat av plantering i fåra än av plantering på tilta. Resultaten synes ha uppnåtts på torra ståndorter i nederbördsrikt klimat. I denna undersökning har plantor i fåra på de vegetationsrika ytorna, jfr bil. 5.1., erhållit en ofördelaktig placering med hänsyn till gräsvegetationen, som ofta fullständigt täckt de nedsänkta plantorna.

12.4.4. Plantering i markyta och på tunn, enkel tilta

Tabell 12.5. ger resultat av parvis jämförelse mellan borrhplantering i markyta och på tunn, enkel tilta (b). Sammanlagt föreligger 31 jämförelser, varav 29 omfattar gran och 2 tall.

På yta S.985 föreligger plantering i markyta endast i kombination med herbicidbesprutning, 4×4 dm, runt varje planta (simazin 10 kg/ha); på yta S.987 utfördes samma herbicidbesprutning vid plantorna såväl i markyta som på tilta. Genom att besprutningen hade svag effekt på vegetationen, jfr 4.2., medtogs ytorna i denna bearbetning.

Uppställningen nedan visar antalet jämförelser (tall+gran) där ena eller andra planteringsförfarandet givit största överlevelseprocent på ytor av olika ålder. Med teckentest erhålles angivna signifikanser.

	Ö _{p₂}	Ö _{p₃}	Ö _{p₅}
Tilta > markyta	20*	18**	9*
Tilta < markyta	8	4	1
Tilta = markyta	3	1	
N:	31	23	10

Medeldifferens i överlevelseprocent och höjdtillväxt efter 3 och 5 vegetationsperioder framgår av nedanstående uppställning, där även signifikanser erhållna efter Student's t-test angivits.

	Ö _{p₃}	Ö _{p₅}	(H ₃ —H ₀)	(H ₅ —H ₀)
Medeldiff.: tilta—markyta	7,6**	8,5**	4,0**	7,4*
Mean diff.: ridge—surface				

Tab. 12.5. Borrplantering i oöbarbetad markyta och på enkel tilta, standardmetod (b).

Auger planting on unploughed ground and on a single plough ridge, standard method (b).

Yta. Plot	Markyta Soil surface				Tilta (b) Single plough ridge (b)				Markyta Soil surface					Tilta (b) Single plough ridge (b)				
	öP ₁	öP ₂	öP ₃	öP ₅	öP ₁	öP ₂	öP ₃	öP ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
Gran Spruce																		
S.866	99,3	94,7	94,0	88,7	100,0	98,0	97,3	96,0	39,3	47,0	52,7	64,1	113,1	36,5	42,1	51,7	63,3	117,6
S.867	100,0	88,0	82,7	72,0	99,3	98,0	97,3	94,7	44,5	49,9	46,4	54,1	90,3	34,4	39,3	45,3	53,0	98,6
S.929	98,3	82,5	78,3	63,3	98,3	98,3	93,3	80,0	19,8	25,4	34,6	44,7	75,1	19,8	25,0	34,5	49,5	91,5
S.931	99,2	91,7	91,7	91,7	94,2	92,5	92,5	92,5	20,2	25,5	29,9	38,1	68,2	21,4	27,5	33,3	46,9	74,7
S.948	100,0	90,7	86,7	80,7	100,0	97,3	94,7	80,0	28,7	34,9	38,3	50,6	83,5	27,1	32,0	43,3	60,5	99,9
S.985	98,7	96,0	95,3	94,0	98,0	97,3	96,7	95,3	20,4	24,5	32,1	50,3	79,6	19,6	24,8	33,4	52,1	75,9
S.987	100,0	92,7	71,3	39,3	100,0	100,0	86,7	42,7	18,9	23,1	29,8	30,0	52,9	20,5	24,9	34,5	29,9	48,7
S.1022	94,0	75,3	56,0	35,3	85,3	74,0	67,3	52,7	23,9	27,1	20,0	25,8	38,5	23,1	25,9	17,9	23,2	35,6
S.1024	100,0	99,3	83,3	70,0	100,0	100,0	80,0	74,0	24,5	31,5	36,1	30,8	54,0	22,5	28,9	32,8	37,8	61,7
S.1025	99,3	95,3	87,3	76,7	100,0	99,3	91,3	88,8	22,9	29,6	33,3	40,4	61,0	21,3	27,7	31,2	42,8	68,5
S.936	15,8	10,8	5,0		25,8	20,0	19,2			18,2	16,9	23,3			20,3	21,6	30,1	
S.1014	100,0	60,7	33,3		99,3	71,3	52,0		25,0	29,6	26,2	29,0		22,4	25,8	25,4	31,1	
S.1066	100,0	99,3	87,2		100,0	100,0	96,7		18,2	23,1	27,8	30,4		17,5	24,5	33,8	40,7	
S.1067	100,0	100,0	99,3		100,0	100,0	100,0		22,2	26,8	29,2	35,1		22,5	26,9	29,9	37,6	
S.1068	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0		22,5	27,2	31,1	38,2		22,8	27,1	29,0	36,4	
S.1071	100,0	92,0	78,7		100,0	88,0	81,3		22,9	26,9	25,9	37,0		22,7	26,2	28,5	40,9	
S.1072	100,0	44,7	28,7		99,3	96,0	93,3		22,3	25,4	20,3	29,6		22,4	25,0	29,8	40,8	
S.1074	98,7	78,7	68,7		97,3	66,7	62,0		20,9	24,2	25,2	35,8		20,9	24,0	22,3	31,3	
S.1075	97,3	26,7	22,0		88,7	12,0	11,3		20,2	23,4	25,1	32,5		18,0	20,1	21,4	28,0	
S.1076	98,0	70,0	69,3		96,7	58,0	53,3		19,8	22,5	22,2	27,8		19,9	22,5	19,9	27,6	
S.1077	94,7	18,0	14,7		96,7	36,7	24,7		21,5	24,3	23,9	30,4		19,8	21,8	20,0	29,6	
S.932	99,3	97,3			98,0	96,7			22,1	25,4	34,1			21,4	25,0	34,3		
S.933	100,0	88,0			100,0	95,3			24,4	28,7	35,1			19,5	23,2	32,5		
S.940	73,3	30,7			92,7	74,7			18,8	22,2	25,4			20,1	23,3	29,6		
S.1065	100,0	28,3	1)		98,3	25,0	1)		24,2	28,8	24,9			25,0	28,8	23,3		
S.1082	100,0	99,3			100,0	100,0			23,6	30,6	36,2			23,5	29,3	35,6		
S.1084	99,3	38,7			100,0	34,7			25,5	33,9	36,1			24,7	32,9	37,3		
S.1191	100,0	100,0			100,0	100,0			27,1	32,5	34,6			24,9	28,8	36,5		
S.1192	99,3	92,0			100,0	98,0			24,3	28,5	31,0			24,4	28,4	30,9		
M	95,3	75,2	68,3	71,2	95,4	80,3	75,8	79,7	23,9	28,3	30,4	37,0	71,6	22,8	27,0	31,0	39,7	77,3
N	29	29	21	10	29	29	21	10	28	29	29	21	10	28	29	29	21	10
Tall Pine																		
S.1066	100,0	95,3	74,7		100,0	97,3	88,0		13,7	21,7	30,5	33,6		13,0	21,0	36,3	47,2	
S.1071	100,0	98,0	87,3		100,0	98,7	92,0		7,3	15,2	32,2	46,7		7,2	13,2	30,8	44,2	
M	100,0	96,6	81,0		100,0	98,0	90,0		10,5	18,4	31,4	40,2		10,1	17,1	33,6	45,7	
N	2	2	2		2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2	
Gran + tall Spruce + pine																		
M	95,6	76,6	69,4	71,2	95,8	81,4	77,0	79,7	23,0	27,7	30,5	37,3	71,6	22,0	26,3	31,2	40,2	77,3
N	31	31	23	10	31	31	23	10	30	31	31	23	10	30	31	31	23	10

1) Endast 2 block reviderade. Only 2 blocks were revised.

Beträffande överlevelseprocenten arcus-sinustransformerades denna vid testningen. Planteringsresultatets utveckling framgår av fig. 12.3.

Framlagt material visar klart att plantering på tilta i genomsnitt ökat såväl gran- som tallplantors överlevande och höjdtutveckling i förhållande till plantering i markyta. Skillnaden mellan förfarings-sätten tenderar att öka med tiden, fig. 12.3. Efter 5 år uppgår ökningen i höjdtillväxt av tiltplöjning till drygt 15 procent av plantors höjdtillväxt efter plantering i markyta. Efter 3 vegetationsperioder var ök-

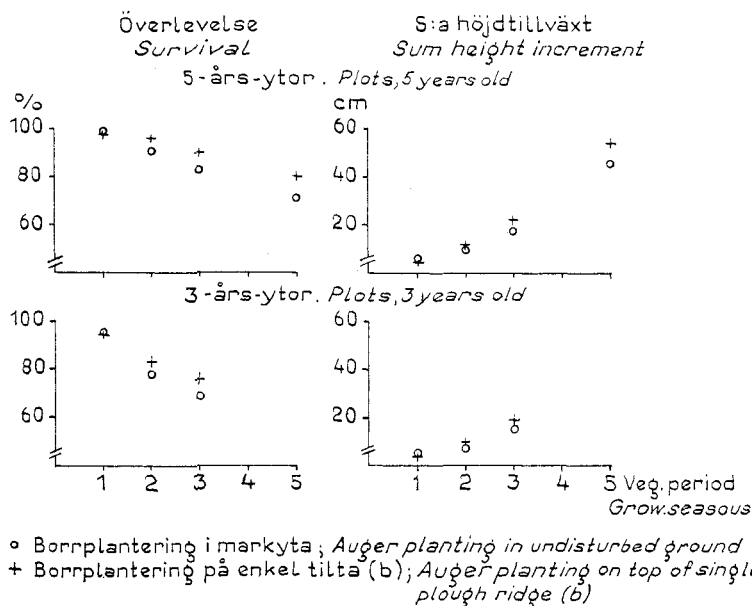


Fig. 12.3. Överlevelseprocent och höjdtillväxt vid plantering i markyta och på tilta (b). Tall + gran, jfr tab. 12.5.

Survival percentage and height increment for seedlings on unploughed ground and on plough ridge (b). Pine and spruce, cf. Table 12.5.

ningen 28 procent. Under 1:a vegetationsperioden förefaller det emellertid som om plantor på tilta haft etableringssvärigheter, vilket framgår därav att tillväxten i genomsnitt var något mindre för plantor på tilta än för plantor i markyta, tab. 12.5. och fig. 12.3. Som belyses i fortsättningen synes dessa svårigheter övervinnas olika hastigt på skilda jordarter.

Tiltplanterings överlägsenhet är ej genomgående. Av uppställning ovan framgår att plantering i obearbetad markyta givit bättre eller lika överlevelseprocent som plantering på tilta på 1/3 av ytorna efter 2 vegetationsperioder. Efter 3 år utgjorde andelen 1/5. Som beröres i Kap. 16 utsattes en del ytor vårvintern 1964 för en speciell skadegörelse, »vårvinterskador». På följande ytor konstaterades dylika skador: S.1024-5, S.1064-5, S.1071-2, S.1074-7. I 16.5.2. visas att plantor på tilta i flera fall skadades svårare än plantor på obearbetad mark, varigenom den relativt stora andelen ytor där plantering i markyta givit bättre resultat än plantering på tilta förklaras. Vid studium av tab. 16.3. och 12.5. framgår det emellertid att plantor på tilta återhämtat sig betydligt bättre från skadorna efter 1—2 vegetationsperioder än plantorna i obearbetad markyta.

Tab. 12.6. Differens tilta (b) — markyta i överlevelseprocent och höjdtillväxt på olika jordar. Endast ytor och revisioner vid vilka planter undgått identifierade skador ingår, jfr tab. 12.5. Gran.

Differences in survival percentage and height increment between seedlings set out on plough ridge (b) and on soil surface, for different soils. Comprises only plots and occasions on which seedlings escaped identified types of injury. Cf. Table 12.5. Spruce.

Yta Plot	Differens tilta-markyta i: Difference ridge-soil surface in:						Markyta Soil surface			
	Ö _{p1}	Ö _{p2}	(H ₁ -H ₀)	(H ₂ -H ₀)	(H ₃ -H ₀)	(H ₅ -H ₀)	(H ₁ -H ₀)	(H ₂ -H ₀)	(H ₃ -H ₀)	(H ₅ -H ₀)
	Lätta jordar Light soils									
S.931	-5,0	0,8	0,8	2,2	7,6	5,3	5,3	9,7	17,9	48,0
S.933	0,0	7,3	-0,6	2,3			4,3	10,7		
S.940	19,4	44,0	-0,2	2,9			3,4	6,6		
S.948	0,0	6,6	-1,3	6,6	11,5	18,0	6,2	9,6	21,9	54,8
S.1066	0,0	0,7	2,1	6,7	11,0		4,9	9,6	12,2	
S.1084	0,7	-4,0	-0,2	2,0			8,4	10,6		
M	2,5	9,2	0,1	3,8			5,4	9,5		
	Intermediära jordar Medium soils									
S.866	0,7	3,3	-2,1	1,8	8,9	7,3	7,7	13,4	24,8	73,8
S.867	-0,7	10,0	-0,5	9,0	9,0	18,4	5,4	1,9	9,6	45,8
S.929	0,0	15,8	-0,4	-0,1			5,6	14,8		
S.932	-1,3	-0,6	0,3	0,9			3,3	12,0		
S.985	-0,7	1,3	1,1	2,1	2,6	-2,9	4,1	11,7	29,9	59,2
S.987	0,0	7,3	0,2	3,1			4,2	10,9		
S.1191	0,0	0,0	-1,5	4,1			5,4	7,5		
S.1192	0,7	6,0	-0,2	-0,2			4,2	6,7		
M	-0,2	5,4	-0,4	2,6			5,0	9,9		
	Styva jordar Heavy soils									
S.1024	0,0	0,7	-0,6	-1,3			7,0	11,6		
S.1025	0,7	4,0	-0,3	-0,5			6,7	10,4		
S.1067	0,0	0,0	-0,2	0,4	2,1		4,6	7,0	12,9	
S.1068	0,0	0,0	-0,4	-2,4	-2,1		4,7	8,6	15,7	
S.1082	0,0	0,7	-1,2	-0,5			7,0	12,6		
M	0,1	1,1	-0,5	-0,9			6,0	10,0		

På grund av nämnda skadegörelse och sorkangrepp 1961/62, BÄRRING (1963 a) och bil. 5.1., försvåras en undersökning av storleken av en eventuell tillväxtstimulering av tiltplantering. Även undersökning av jordartens betydelse försvåras genom att kalamiteterna lätt snedvrider jämförelser vid materialets uppspaltning. För att emellertid något belysa frågorna utväljes ytor (gran) och revisioner där höjdtillväxten ej i högre grad påverkats av kalamiteter, tab. 12.6.

Planter på styva jordar (styv lera) synes ha haft startsvårigheter på tilta. Ännu efter 2 vegetationsperioder är höjdtillväxten underlägsen plantornas i markyta. På lätta (torv-, sand- och mojordar) och intermediära (lätt- och mellanlera, moränlera, moig-mjällig morän) jordar synes en positiv tillväxtreaktion ha inträtt under 2:a vegeta-

Tab. 12.7. Som tab. 12.6. fast hela materialet. Gran.

As Table 12.6., but includes all data. Spruce.

Diff. tilta - markyta i: Diff. ridge - surface in:				Markyta Soil surface			
Öp ₂	Öp ₃	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀	Öp ₂	Öp ₃	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀
Lätta jordar Light soils							
5,4 (8)	4,1 (5)	3,8 (8)	9,1 (5)	70,1 (8)	72,5 (5)	9,0 (8)	15,0 (5)
Intermediära jordar Medium soils							
5,3 (10)	11,4 (7)	2,0 (10)	2,4 (7)	87,9 (10)	73,0 (7)	7,7 (10)	16,1 (7)
Styva jordar Heavy soils							
2,9 (12)	7,1 (10)	-0,1 (12)	2,0 (10)	77,8 (12)	71,7 (10)	6,9 (12)	13,9 (10)

tionsperioden, varvid förekommande eftersläpning från 1:a vegetationsperioden inhämtats. På grund av nämnda kalamiteter kan den vidare utvecklingen följas endast på ytor, för vilka värden angivits i tab. 12.6., jfr bil. 5.1. De tendenser som framkom efter 2 vegetationsperioder synes förstärkas med tiden. På styva jordar låter en positiv tillväxtreaktion vänta på sig, medan den på lättare jordar förstärkes. På ytor S.931, S.866 och S.985 förefaller det dock som om reaktionen skulle vara avtagande efter 5 vegetationsperioder. Huruvida så är fallet är emellertid osäkert. På ytorna ifråga inföll vårvintern och vegetationsperioden år 1964 mellan 3:e och 5:e vegetationsperioden. Revisionshandlingarna för åtminstone ytor S.931 och S.985 antyder att vårvinterskador kan ha förekommit, och att därvid plantor på tilta drabbats svårare än plantor på obearbetad mark, jfr 16.5.2. ZEHETMAYR (1960) har inte heller funnit att plantor av flera trädslag på obearbetad mark efter längre tid inhämtat försprång hos plantor planterade på tilta.

Beräkningar utfördes även för hela materialet för tall+gran, oavsett inträffade kalamiteter, tab. 12.7. Ytor vilka ej upptagits i tab. 12.6. hänfördes på följande sätt till olika jordar:

Lätta jordar: S.1064, S.1075

Intermediära jordar: S.1014 och S.1022

Styva jordar: S.1065, S.1071-72, S.1074 och S. 1076-77

Grupperingen i tab. 12.7. ger i stort sett samma resultat som tidigare. Största tillväxtreaktionen erhöles på de lättaste jordarna, där tillväxtökningen av tiltplantering efter 3 vegetationsperioder i genomsnitt utgjorde 60 procent av tillväxten för plantor på obearbetad mark. På styva jordar erhöles även någon ökning av tillväxten efter 3 vegetations-

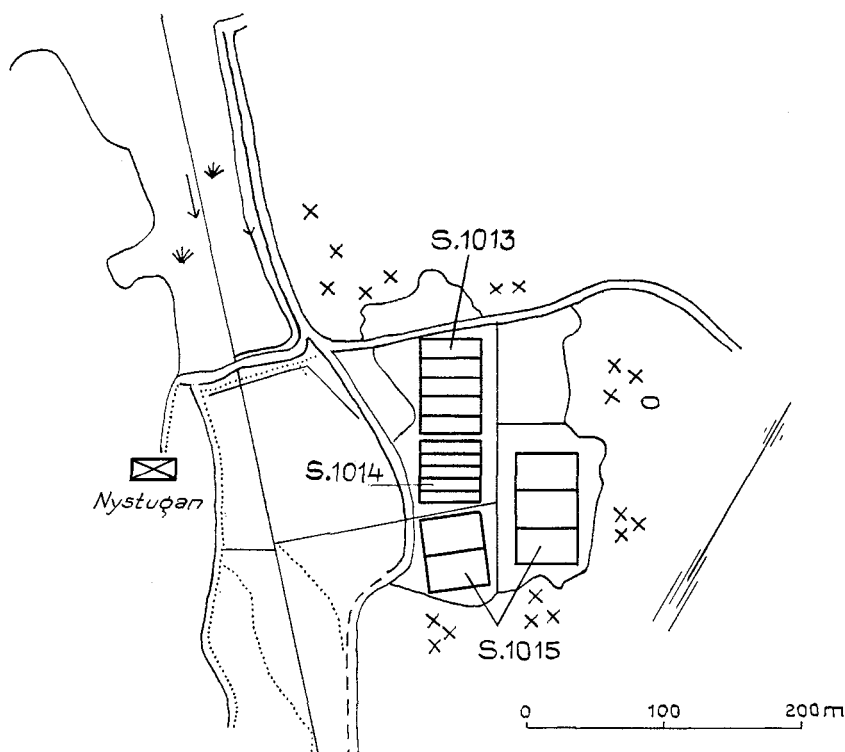


Fig. 12.4. Inbördes belägenhet av ytor S.1013—15.
Internal lay-out of plots S. 1013—15.

perioder. Den uppgick till 15 procent. Överlevelseprocenten är i genomsnitt större efter tiltplantering på samtliga jordar.

12.5. Plantering på helplöjt och oplöjt fält

Först anlagda ytor för att jämföra plantering på helplöjt och oplöjt fält anordnades så att oplöjt omfattade en yta, som gränsade intill helplöjd yta. Sedermera, S.1064, jämfördes helplöjt och oplöjt inom försöksyta. Avstånd mellan ytor på helplöjd och oplöjd mark understiger 20 m. Ytors inbördes belägenhet framgår av BÄRRING (1963 a), fig. 11, 13—14 samt i detta arbete fig. 12.4.—5. Ytorna är samhörande på följande sätt, oplöjt nämnt först: S.949—50; S.1013—14; S.1018—19; S.1022—23. Ytterligare ett plöjt och oplöjt ytpar, S.1017 och S.1020, finns. Ytorna är belägna på samma lokal som ytor S.1018—19, men på ett avstånd av ca 150 m från varandra, BÄRRING (1963 a), fig. 13. Samtliga ytor, utom S.1064, från 1963, anlades 1961. Jordarten är mjäla—styv lera på alla ytor, utom på S.949—50, där den är mosstorv-

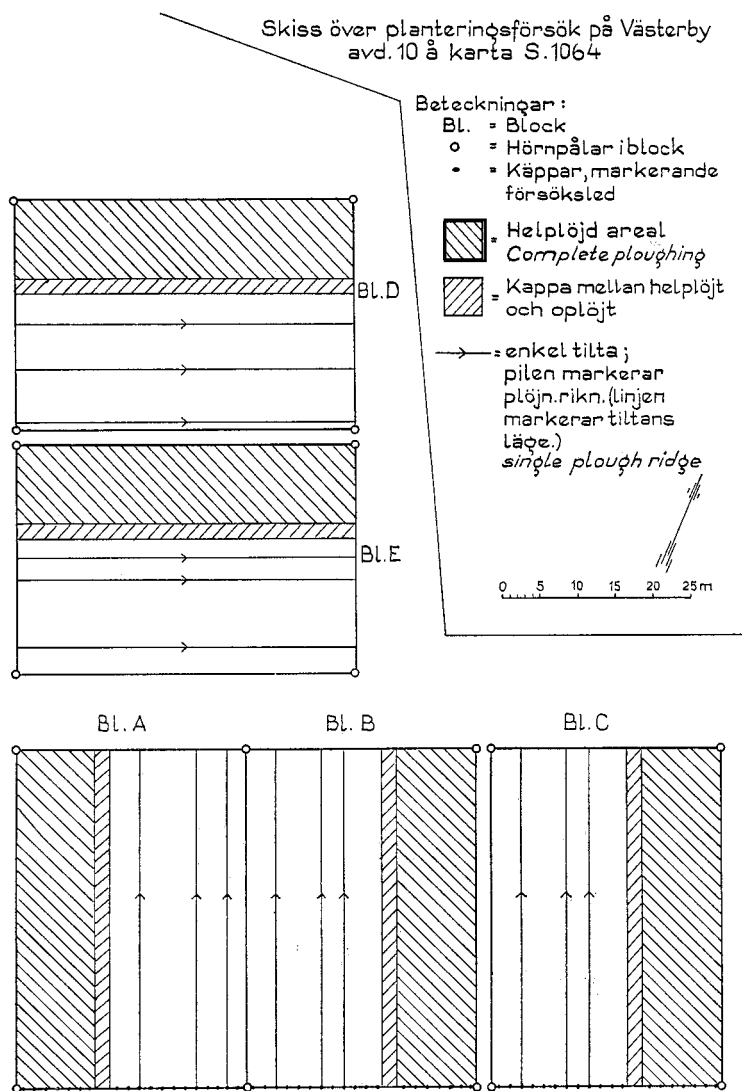


Fig. 12.5. Blockens anordning å ytan S. 1064.
Lay-out of blocks in S. 1064.

jord. Plöjning utfördes hösten före försöksanläggning på alla ytor, utom på S. 1019—20, som plöjdes anläggningsårets vår. Samtliga ytor med undantag av S. 1019—20 harvades 1—2 gånger på våren före plantering.

Tabell 12.8. visar planteringsresultat för borrhplantering av gran direkt i marken. På ytor S. 1018-19 gäller siffrorna maskinplantering

Tab. 12.8. Borrplantering på intill varandra liggande oplöjda och helplöjda fält. Ytor samhörande i ordningsföljd. Gran.

Auger planting on adjacent completely-ploughed and unploughed areas. Related plots in sequence. Spruce.

Yta Plot	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
Oplöjt Not ploughed									
S.949	99,3	94,0	90,7	77,3	27,0	32,1	34,4	39,8	57,1
S.1017	98,7	67,3	36,7	3,3	23,4	27,7	22,9	25,6	38,6
S.1022	94,0	75,3	56,0	35,3	23,9	27,1	20,0	25,8	38,5
S.1014	100,0	60,7	33,3			29,6	26,2	29,0	
S.1018	99,3	62,8			19,7	24,7	23,8		
S.1064 ¹⁾	100,0	32,7			28,2	34,0			
M	98,6	65,5	54,2	38,6	24,4	29,2	25,5	30,0	45,7
Helplöjt Complete ploughing									
S.950	100,0	100,0	97,3	86,7	28,4	33,0	41,8	56,1	79,6
S.1020	100,0	82,7	74,7	36,7	23,9	28,0	32,1	35,0	50,2
S.1023	85,3	74,7	70,0	65,3	23,8	26,3	25,3	37,7	60,5
S.1013	100,0	90,7	71,3			28,3	26,4	34,5	
S.1019	100,0	50,7			20,3	24,1	18,6		
S.1064 ¹⁾	100,0	43,3			28,1	35,2			
M	97,6	73,7	78,3	62,9	24,9	29,2	28,8	40,8	63,4

1) "ö_p" efter revision våren 1964. Barrfattiga, svaga plantor räknades som döda, jfr 16.3.

Percentage survival (ö_p) at spring revision 1964. Sparsely-needed, weak plants were counted as dead, cf 16.3.

direkt i marken, jfr Kap. 17. Samtliga ytor, utom ytor S. 949-50 och S. 1064, utsattes för sorkskador 1961/62. Ytan S. 1064 drabbades 1964 svårt av vårvinterskador.

I samtliga jämförelser, utom beträffande ytor S.1018-19, erhöles största överlevelseprocent och höjdtillväxt på helplöjda ytor. På den helplöjda ytan S.1019 blev planteringsresultatet något sämre än på intilliggande yta S.1018 på oplöjd mark. Som visas av BÄRRING (1963 a) utsattes yta S.1019 för större sorkskador än yta S.1018, medan ytor S.1020 och S.1023 på plöjd mark utsattes för mindre sorkskador än oplöjda jämförelseytor. Av nämnt arbete framgår att sorkskadors omfattning efter plöjning synes sammanhånga med plöjningens inverkan på vegetationen.

På grund av inträffade kalamiteter duger föreliggande material ej till att belysa förekomsten av en eventuell tillväxtstimulerande effekt av plöjning. Plöjnings konstaterade effekt torde här i stället främst vara att söka i indirekta verkningar genom vegetationsförändringar, och till följd härav ändrade växt- och djurekologiska förhållanden.

För utvärdering av helplöjnings betydelse vid åkerplantering är tydligen ett studium av plöjnings inverkan på vegetationen av vikt, 12.6.

En antydan om plöjnings tillväxtfrämjande inflytande vid granplantering på en mosstorvjord erhålles emellertid av ytor S.949-50, som undgick plötsliga, svårartade skadeverkningar. På yta S.950 på plöjd mark var tillväxten under de 5 första åren efter plantering nära 40 procent större för granplantorna än på intilliggande jämförelseyta S.949 på oplöjd mark.

12.6. Om plöjnings inverkan på vegetationen

Kvantitativ jämförelse av vegetationsförekomst på plöjda och oplöjda ytor kan göras med V.r.s.₂₅-begreppet och med hjälp av vägning av vegetation på utlottade, små provytor, 4.2. Då det är önskvärt att kunna belysa vegetationsförekomsten under åtminstone ett par vegetationsperioder, och då betydande skillnader i planthöjd efter 2 vegetationsperioder föreligger i några fall, normeras V.r.s. att gälla 25 cm planthöjd.

12.6.1. Helplöjning

Kvantitativa vegetationsförhållanden på försöksytorna efter plöjning framgår av tab. 12.9. och bil. 5.2. Kvikrotytorna i tabellen stördes av vissa inflytelser som omöjliggjort beräkning av V.r.s.₂₅ under motsvarande antal vegetationsperioder som för timotejytorna. Sålunda fanns en talrik stam av vattensork på ytor S.1013-15 och S.1017-19 under massförökningssäsongen 1961—62, jfr BÄRRING (1963 a). Vattensorken synes i stor utsträckning ha livnärt sig på kvickrotens rhizom under vintern, jfr BERGSTRÖM (1948), GIEGE (1965), att döma av en betydande utglesning av gräset på vissa av ytorna under 1962. Särskilt på yta S.1019 var marken starkt underminerad av sorkens gångsystem vid revision 1962. Ytan S.1064 åter drabbades vårvintern 1964 som nämnts av stor plantavgång, Kap. 16.

Grästrycket — såsom detta avspeglar sig i V.r.s.₂₅ — var en vegetationsperiod efter plöjning avsevärt mindre å ytor S.950 och S.1023 än på intilliggande oplöjda timotejytor S.949 och S.1022, tab. 12.9. Vägning av vegetation visar att på yta S.950 förekom gräs i avsevärt mindre omfattning än på oplöjda ytan S.949, jfr bil. 5.2. Så synes även ha varit förhållandet på yta S.1023 i jämförelse med oplöjda S.1022. På övriga ytor på plöjd mark, med undantag av S.1020, var grästrycket efter en vegetationsperiod närmast likvärdigt med det på oplöjda jämförelseytor, på vilka kvickrot och krypven dominerade.

Redan 2:a vegetationsperioden efter plöjning var emellertid gräs-

Tab. 12.9. Vegetationsförhållanden på plöjda och intilliggande oplöjda försöksytor. Gran.
Aspect of vegetation on ploughed and adjacent unploughed plots. Spruce.

Yta Plot	Plöj- ning Plough- ing	Gräs		Örter	Totalt	Veg.per. efter plöjning			Veg. täckning, grad, proc., 1 veg.per. efter plöjning Veg. cover, %, one grow. seas. after ploughing
		Grass	Herbs	Total	No. of grow. seasons after ploughing				
		Vikt, g/0,5 m ² , en veg.per. efter plöj- ning			1	2	3		
		Weight, g/0,5 m ² , one grow. seas. after ploughing			V.r.s. 25				
Timotej-ytor (Phleum pratense)									
S.1022	o.pl.	-	-	-	3,0	3,4	3,4	100	
S.1023	h.pl.	-	-	-	1,8	3,1	3,8	80	
S.949	o.pl.	390	31	421±30	2,5	1,9	2,7	100	
S.950	h.pl.	105	238	343±36	1,6	2,1	2,6	100	
Kvickrot-ytor (Elytrigia repens) ¹⁾									
S.1017	o.pl.	-	-	-	3,1	2,9	-	100	
S.1018	o.pl.	454	-	454±27	3,3	2,9	-	100	
S.1019	h.pl.	344	5	349±35	3,3	2,4	-	80	
S.1020	h.pl.	-	-	-	2,4	2,4	-	60	
S.1014	o.pl.	-	-	-	3,8	3,1	-	100	
S.1015	o.pl.	-	-	-	3,8	3,4	-	100	
S.1013	h.pl.	-	-	-	4,0	2,8	-	100	
S.1064	o.pl.	-	-	-	2,5	-	-	100	
S.1064	h.pl.	-	-	-	2,7	-	-	100	

1) (Syn. *Agropyron repens* (L.) Beauv.)

o.pl. = not ploughed: h.pl. = complete ploughing

trycket på plöjda timotejytor likvärdigt med det på oplöjda jämförelse-
ytor.

Vegetationsförhållandena på ytorna åskådliggöres av nedan angivna
figurer.

S.949-50 Fig. 12.6.—7., sid. 89

S.1022-23 Fig. 12.8.—9., sid. 89

S.1013, S.1015 BÄRRING (1962), fig. 1—2

S.1019 » (1963 a), fig. B.6.3.

S.1064 Fig. 12.10.—11., sid. 90

Figurer 12.6.—9. visar den stora skillnaden i vegetationssammansätt-
ning efter 2 vegetationsperioder mellan oplöjda timotejytor S.949 och
S.1022 å ena sidan samt intilliggande plöjda ytor S.950 och S.1023 å
andra sidan. Timotej förekommer i ringa utsträckning på sistnämnda
ytor, medan gräset framträder som dominerande art på de oplöjda ytor-
na, jfr bil. 5.2. Förhållandena vid försöksutläggning var tämligen ens-
artade på samhörande ytor och andra intilliggande ytor. Det får därför

betraktas som sannolikt att plöjningen är orsak till att timotej förekommer i så ringa utsträckning på ytor S.950 och S.1023. På dessa ytor utgöres dominerande gräsart av krypven, *Agrostis stolonifera*, och kvickrot, *Elytrigia repens*, vilka arter förekommer som inslag på oplöjda ytor S.949 och S.1022. *Agrostis stolonifera* kan även innefatta den närstående, rhizomförsedda arten *Agrostis gigantea*, jfr HYLANDER (1953). Det förefaller som om plöjningen lett till en renodling av krypven och kvickrot.

På kvickrotytorna åter synes kvickrot dominera även på plöjda ytor, jfr bil. 5.2. och i uppställningen ovan angivna figurer.

12.6.2. Tiltplöjning

Tabell 12.10. ger en sammanställning av V.r.s.₂₅ för plantor på enkel tilta (b), fig. 12.1., och på oplöjd mark på ytor anlagda t. o. m. 1964. Ytor S.1064—65 nedlades efter 1 vegetationsperiod, jfr bil. 5.1.

Betraktas medelvärdena av V.r.s.₂₅ för plöjt och oplöjt i tab. 12.10. framgår det att skillnaden mellan metoderna uppgår till 0,5 enheter, en vegetationsperiod efter tiltplöjning. Efter två vegetationsperioder minskade skillnaden till 0,3—0,4 enheter. Testas skillnaden i V.r.s.₂₅ mellan plantor i grässvål och på tilta genom att differensen i V.r.s.₂₅ beräknas för varje yta erhålles följande värden på medeldifferensen:

Efter veg. per. No. of grow. seasons ¹	Medeldiff. i V.r.s. ₂₅ grässvål—tilta Mean diff. surface — ridge	t
1	0,51 ± 0,11	4,636***
2	0,35 ± 0,08	4,375***

Den genomsnittliga minskningen i konkurrensen från vegetationen av tiltplöjning är signifikant på risknivån 0,1 procent. Förbättringen av situationen för plantor på tilta gentemot vegetationen är dock genomsnittligt måttlig. I några fall inträffade även att situationen försämrades för plantor på tilta.

Den varierande verkan på vegetationen av tiltplöjning belyses av fig. 12.12.—14., sid. 91.

12.6.3. Diskussion

Försöksarrangemang och materialinsamling medger inte detaljerade slutsatser rörande plöjnings inverkan på vegetation. Mark- och vegetationsförhållanden var dock någorlunda ensartade på intill varandra liggande försöksytor varför tendenser i vegetationsförändringar torde kunna urskiljas.

Tab. 12.10. Grästryck, uttryckt i V.r.s.-poäng vid plantering på enkel tilta (b) och i obearbetad markyta.

Grass competition, expressed in V.r.s. points, for seedlings on single plough ridge (b) and unploughed ground.

Yta Plot	Anlägg., år Establish- ment year	Enkel tilta Single plough ridge		Gräs Grass		
		Vegetationsper. efter plöjning No. of grow. seasons after ploughing				
		1	2	1	2	
		V.r.s. 25				
S. 929	1960	2,7	2,7	3,0	2,9	
S. 931		2,4	2,7	2,1	2,8	
S. 932		2,5	2,5	2,8	3,0	
S. 933		3,0	2,6	3,4	2,9	
S. 940		3,6	3,0	3,9	3,3	
S. 985		1,3	1,3	1,5	1,0	
S. 987		3,4	3,5	3,7	3,0	
S. 866	1961	1,0	1,4	1,9	2,2	
S. 867		1,0	1,1	1,5	1,6	
S. 948		2,3	2,0	2,1	1,9	
S. 1014		3,3	2,5	3,8	3,1	
S. 1022	1962	1,5	2,6	3,0	3,4	
S. 1024		1,2	1,3	1,7	1,5	
S. 1025		1,3	1,5	2,4	1,9	
S. 1064	1963	2,5	-	2,5	-	
S. 1065		1,0	-	1,6	-	
S. 1071		1,0	1,5	1,5	1,6	
S. 1072		1,0	1,4	1,7	2,2	
S. 1074	1964	1,0	1,4	1,5	1,8	
S. 1075		1,5	1,0	1,7	2,0	
S. 1076		1,0	1,0	1,0	1,2	
S. 1077		1,0	1,0	2,4	1,7	
S. 1067		1,4	1,5	2,1	1,7	
S. 1068		1,0	1,3	1,3	1,8	
Medelvärde 1960-1964		1,79	1,85	2,30	2,20	
Mean						

Några gräsarters förekomst synes ha minskat av plöjningsåtgärder (timotej), medan andra påverkades mindre eller gynnades (kvickrot).

En av anledningarna till dessa förändringar torde vara att gräsarter besitter varierande vegetativ förökningsförmåga, RAUNKIAER (1895—99), KORSMO (1926), BOLIN (1927), HUBBARD (1954), WEHSARG (1954).

Fleråriga gräsarter kan med hänsyn till vegetativ förökningsförmåga från utlöpare indelas i tre huvudgrupper:

- arter utan eller med svag vegetativ förökningsförmåga. Utlöpare saknas.
- arter med vegetativ förökningsförmåga genom ovanjordiska utlöpare, stolonier.

c. arter med vegetativ förökningsförmåga genom underjordiska utlöpare, rhizom.

Exempel på kategori a och c, se fig. 12.15., sid 92.

Övergångsformer finns, jfr RAUNKIAER (1895—99). Förmågan till vegetativ förökning varierar genom att utlöparnas längd starkt skiftar mellan arter. Gräsarterna är därjämte mångformiga och uppvisar varietets- och proveniensskillnader, som bl. a. berör förmågan till vegetativ förökning med hjälp av utlöpare, jfr HYLANDER (1953), HARTLEY (1964). Den vegetativa skottbildningsförmågan beror även av yttre betingelser. Arter med rhizom trives i allmänhet bäst på lösare jordar och ej så väl på styva leror, RAUNKIAER (1895—99), BOLIN (1927). Om samtidigt sådana arter varit undertryckta av olika anledningar, t. ex. sen sådesodling, som å försöksytor S.1024 och S.1065, kan antagas att den vegetativa förökningen även försvåras.

Rhizomen uppnår hos somliga arter en avsevärd utbredning. KORSMO (1926) anger vikten av kvickrotsrhizom i en 3-års vall till 29 ton/ha med en sammanlagd längd av 460 mil. Antalet förökningsknoppar beräknades till 260 miljoner.

Vid plöjning vändes skottalstrande delar hos rötter, jordstammar och ovanjordsdelar tillhörande grupper a—b mer eller mindre helt om och ned till plöjningsdjupet, varigenom skottbildning förhindras eller försvåras, jfr BOLIN (1933), WEHSARG (1954). Rhizomen förhåller sig annorlunda. Dels vändes djupare belägna delar upp, dels har nedvända rhizomdelar förmåga att bilda skott som söker sig upp mot markytan. Från avslitna rhizomdelar på markytan bildas vidare adventivskott. Kvickrot besitter förmåga till skottbildning från mycket små delar, GRÜMMER (1963). Timotej, liksom även hundäxing (S.866), saknar såväl underjordiska som ovanjordiska utlöpare och bör gå tillbaka av plöjning.

Av det sagda framgår att flera faktorer påverkar gräsarters skottbildningsförmåga.

På helplöjda försöksytor uppkom vidare i flera fall en högvuxen örtflora, främst åker- och fettistel, fig. 12.11. sid. 90, samt BÄRRING (1962), fig. 2, vilka arter saknades eller visade ringa förekomst på oplöjda jämförelseytor. Vid samtidig förekomst av frodigt gräs kan denna örtvegetation bli besvärande för barrträdslantor.

För att bedöma effekten av plöjning förtjänar ytterligare en omständighet ett visst beaktande, nämligen åkerjordens innehåll av ogräsfrö. Ogräsfrö kan hålla sig levande flera år i jorden, KORSMO (1926), KOLK (1962) och av denne citerade författare. Fröförekomsten påverkas bl. a. av odlings- och brukningssätt. Nyttjade betesmarker med

sedan lång tid obruten grässvål kan antagas ha det minsta fröinnehållet, jfr KORSMO (1926).

Vid plöjning bringas en större eller mindre mängd ogräsfrön upp till markytan och erhåller lämpliga gröningsbetingelser, varigenom en svårförutsedd örtflora kan uppstå.

Det är således ett flertal förhållanden som avgör hur vegetationen kommer att gestalta sig efter plöjning. Ofta torde svårigheter föreligga att förutse vegetationsförändringarna.

Den åkerjord som tages ur jordbruksproduktionen torde i första hand vara sådan jord som av olika anledningar blivit oekonomisk att bruka och i många fall genomgått en allt extensivare skötsel under odlingens slutskede, vilket gynnat utbredningen av rotogräs. Förutsättningarna för att på dylika marker med plöjningsåtgärder av engångstyp mera kraftigt undertrycka vegetationen måste därför många gånger betraktas som mindre goda, vilket även torde framgå av försöksresultaten.

För att med jordbearbetning åstadkomma en effektiv bekämpning av rotogräs visar erfarenheter från jordbruket, att upprepade behandlingar, trädesbruk, erfordras, ANONYMUS (1925), KORSMO (1926), BOLIN (1933), LARSEN (1951), JACOBSON (1952). Av nämnda arbeten framgår att trädans verkan på rotogräset bygger främst på två principer, nämligen dels en uttorkning av rhizom och andra underjordiska förökningsorgan, dels en utarmning av deras näringsförråd. Då uttorkningseffekten ofta är svår att uppnå anses utarmningen av näringsförrådet vara den effektivaste metoden. Den kräver emellertid att bearbetning hela tiden utföres innan nya skott skjuter upp ovan markytan. Mycket goda resultat har uppnåtts med metoden på ett så besvärligt ogräs som kvickrot, FAIL (1956), HAY (1962).

12.6.4. Praktiska konsekvenser

Med ledning av framlagt material och diskussion synes följande slutsatser kunna dragas för den praktiska tillämpningen. Helplöjning och tiltplöjning med motivet att minska grässtrycket vid skogsträdsplantering på nedlagd jordbruksjord kan antagas ha vissa utsikter till framgång huvudsakligen där inslaget av gräsarter med långa underjordiska utlöpare är ringa och där ståndortsförhållandena försvårar växters vegetativa förökning. Förekommer sådana arter jämnt fördelade tillsammans med gräsarter utan underjordiska utlöpare kan plöjning resultera i renodling och förökning av förstnämnda arter. Förökningen synes ske snabbt. Plöjning åter på marker med dominans av arter med

stark vegetativ förökningsförmåga, t. ex. kvickrot, synes ur planterings-synpunkt ha obetydlig effekt på vegetationen.

Svårigheter föreligger vidare att förutse jordens innehåll av ogräsfrö och vilande vegetativa förökningsorgan.

Då det torde vara vanligt att övergiven jordbruksjord innehåller gräsarter med underjordiska utlöpare kan plöjning utan upprepad jordbearbetning således i allmänhet ej betraktas som en särskilt effektiv åtgärd för att minska vegetationens konkurrens vid skogsträdsplantering. För att uppnå detta torde i många fall upprepade behandlingar, trädesbruk, erfordras.

Största förutsättningarna för en gynnsam vegetationsförändring av plöjning torde föreligga på vissa typer av betesmarker och unga vallar, där roto-gräs ej hunnit vinna större inträde.

12.7. Diskussion om plöjningsmetoder

Försöksresultaten bekräftar i 12.1. nämnda undersökningar, som visat att plöjning haft ett fördelaktigt inflytande på resultat av barrträdsplantering.

Här beröres något biologiska verkningar av plöjning. HESSELMAN (1917) framhåller att omrörning i mark ofta leder till ökad nitrifikation. MILLER (1964) behandlar inverkan på kväveförrådet i sandjord av olika tyska markbearbetningsmetoder och gör troligt att kväveförluster uppstått genom bearbetningar. Andra tyska undersökningar omnämnas som visar samma resultat. För åkerjordar visar av RUSSELL (1950) och COOKE (1967) sammanställda forskningsresultat att liknande förhållande synes gälla även här. Omvänt, om åkerjord övergives och får växa igen, ökar kväveförrådet. Den nedbrytning av organiskt material som äger rum vid jordbearbetning leder på torvjord till det kända bortodlingsfenomenet, HALLGREN—BERGLUND (1962).

Genom plöjning av gammal, gräsbevuxen åkermark sker tydligen en kvävemobilisering, som kan utnyttjas av barrträdsplantor. Om kväveförrådet är stort torde marken kunna tåla en momentan förlust. Genom att vegetationen snabbt sluter sig, 12.6.1.—2., bromsas förlusterna dessutom upp. Vid plöjning av gräsmarker erhåller jorden därjämte tillskott av organiskt material. Särskilt vid tiltplöjning torde frigjorda näringsämnen vid förmultning av de dubbla grässvålarna vara tillväxtfrämjande. Hur i detta sammanhang jordart och tiltjocklek kommer in, jfr 12.4.1. och 12.4.4., kan inte utan vidare sägas. Beträffande tendensen till avtagande tillväxtreaktion efter tiltplantering med tilltagande styvhet hos jorden kan möjligen en samtidigt minskande luft- och syretillgång tänkas vara orsak, jfr ROMELL (1922), RUSSELL (1950).



Fig. 12.6. S. 949, oplöjd, två vegetationsperioder efter anläggning. *Phleum pratense* dominerar.

S. 949, unploughed, two growing seasons after establishment. *Phleum pratense* dominant.



Fig. 12.7. S. 950, plöjd — belägen intill S. 949 — två vegetationsperioder efter plöjning. *Agrostis stolonifera* dominerar.

S. 950, ploughed; adjacent to S. 949. Two growing seasons after ploughing. *Agrostis stolonifera* dominant.

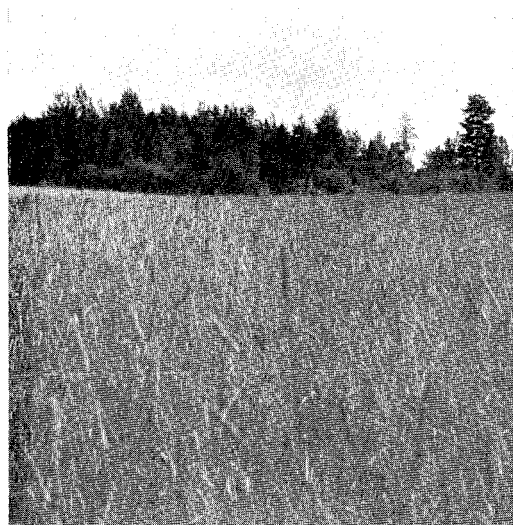


Fig. 12.8. S. 1022, oplöjd, två vegetationsperioder efter anläggning. *Phleum pratense* dominerar.

S. 1022, unploughed, two growing seasons after establishment. *Phleum pratense* dominant.



Fig. 12.9. S. 1023, plöjd — belägen intill S. 1022 — två vegetationsperioder efter plöjning. *Elytrigia repens* dominerar.

S. 1023, ploughed; adjacent to S. 1022. Two growing seasons after ploughing. *Elytrigia repens* dominant.



Fig. 12.10. S. 1064. Gräns mellan plöjt och oplöjt.

S. 1064. Boundary between ploughed and unploughed sections.



Fig. 12.11. S. 1064. Gräns plöjt — oplöjt i fig. 12.10. efter 1 vegetationsperiod.

S. 1064. Boundary between ploughed and unploughed sections, shown in Fig. 12.10., after one growing season.



Fig. 12.12. S. 866. Tilta, 2 vegetationsperioder efter plöjning. Tiltan nästan gräsfri (*Dactylis glomerata*).

S. 866. Plough ridge, two growing seasons after ploughing. Ridge almost without grass (*Dactylis glomerata*).

Fig. 12.13. S. 1067. Tilta, 1 vegetationsperiod efter plöjning. Tiltan gräsfri (*Phleum pratense*).

S. 1067. Plough ridge, one growing season after ploughing. Ridge almost without grass (*Phleum pratense*).



Fig. 12.14. S. 948. Dubbla tiltor (e) två vegetationsperioder efter plöjning. *Phleum pratense* saknas på tiltorna, som är beväxna med *Agrostis stolonifera*.

S. 948. Double plough ridge (e), two growing seasons after ploughing. *Phleum pratense* absent from ridges, which are grown with *Agrostis stolonifera*.

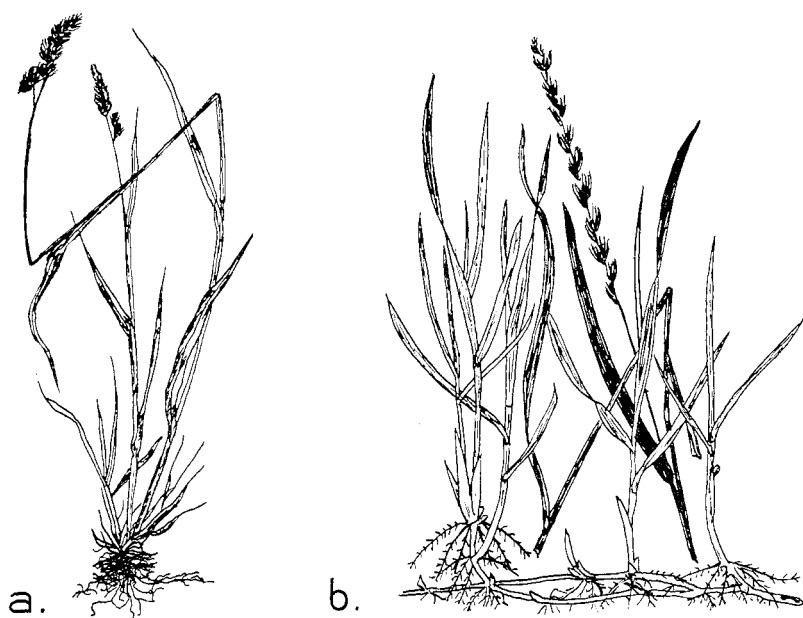


Fig. 12.15. Exempel på rotsystem hos gräsart (a) med ingen eller svag vegetativ förökningensförmåga (*Dactylis glomerata*) och gräsart (b) med stark vegetativ förökningensförmåga (*Elytrigia repens*). Efter BOHLIN (1927).

Example of root system of grass species (a) with little or no capacity for vegetative growth (*Dactylis glomerata*) and (b) one with large capacity for vegetative growth (*Elytrigia repens*). After BOHLIN (1927).



Fig. 12.16. »Planteplogen» använd på fastmark.

Foto: Lantbruksteknisk Institutt, Vollebekk.

Norwegian "Planteplog" (planting plough) regularly used in Norway in bog afforestation. The plough can also be used in afforestation of arable land.

Den upphöjda placering plantor erhåller på tilta har visat sig minska riskerna för vår- och sommarfroster genom att luftens minimitemperatur blir högre över tilta än plan mark, MESHECHOK (1964), 16.9.2.1., jfr även ODIN (1964). Även helplöjning torde under vissa omständigheter medföra mindre frostrisker innan vegetationen hunnit sluta sig, jfr GEIGER—FRITZSCHKE (1940), ODIN (1964), BÄRRING (1965 c).

I den mån plöjning leder till minskad vegetationsförekomst torde vidare plantors vattenhushållning förbättras, jfr 11.1. För plantor på tilta förefaller situationen i detta avseende vara gynnsammare om rötterna når ned i underlaget än om de placeras inom tilta. Genom tiltors kraftiga uppvärmning under varma torrperioder i förhållande till underlaget, jfr 16.9.2.2., kan antagas att tiltkroppen under dylika förhållanden utsättes för en långtgående uttorkning, som är ogynnsam för plantor vars rötter befinner sig inom tilta.

På torvmarker med högt grundvattenstånd tillkommer som positivt verkande faktor tidigare nämnd dräneringseffekt.

I 12.4. nämndes att plantor på tilta på flera ytor drabbades svårare av speciella skador vårvintern 1964 än plantor satta i markyta. Som visas i 16.5.2. var förhållandet det omvända på en del ytor. I genomsnitt utsattes plantor på tilta för lika stora skador som plantor i obearbetad markyta. På basis av egna och andra mätningar framhålls i 16.10. att mikrometeorologiska förhållanden och jordtemperaturförhållanden, som sannolikt medverkat till skadornas uppkomst, torde vara tämligen komplicerade vid tiltplantering och kunna förklara variationerna i skadeutbildning. En utredning av dessa förhållanden kan möjliggöra närmare preciseringar rörande tilttjocklek, plöjningsriktning, plantors placering, jfr 16.9.2.2. och ZEHETMAYR (1960).

Ibland har farhågor uttalats för att tiltplantering ökar riskerna för sorkskador, Kap. 15. I denna undersökning har så emellertid ej visat sig vara fallet. Plantering på tilta synes tvärtom ha möjliggjort för plantor att övervinna skador genom det positiva inflytande planteringsförfarandet visat sig ha, se vidare Kap. 15.

Efter inträffade vindfällningar av träd uppvuxna på plöjda marker i Storbritannien, jfr MESHECHOK (1961 b), har frågan om rotutveckling och trädstabilitet, såväl efter tiltplantering, som mera principiellt, ägnats betydande uppmärksamhet, LAING (1932), STEVEN (1954), YEATMAN (1955), FRASER (1962, 1963 a, b), EDWARDS et al. (1963). Resultaten av dessa undersökningar visar att frågan om motståndskraft mot vindfällning bl. a. är beroende av trädröters förmåga att genomväxa underlaget samt placering av plantor vid tiltplöjning. Vid högt vattenstånd eller vid för rötter svår genomträngligt underlag föreligger ut-

präglade tendenser att plantrötterna följer tiltorna. Placering av planter på tilta har visat sig ge mindre stormfällningsskador än placering av rötter i kanten av fåran. På helplöjda arealer var träden vidare mera stormfasta än på tiltplöjda arealer.

En ökning av trädstabiliteten vid tiltplantering torde kunna åstadkommas med plogutrustning i stil med den norska »Planteplogen», MESHECHOK (1961 a), och fig. 12.16. Plogen lägger två tiltor på ömse sidor om fåran. Avståndet mellan fårorna kan härigenom ökas, varvid träden får större tegbredd. Särskilt vid ökat plöjningsdjup kan detta vara av betydelse.

Erfarenheterna här i landet av dessa frågor har ej sammanställts. Material saknas ej. Jag gjorde år 1964 en förfrågan hos ett flertal skogsvårdsstyrelser i södra Sverige angående äldre tiltplanteringar. Ett betydande antal uppgifter om sådana inkom. I detta sammanhang förtjänar nämnas att vid besök på två 30—40 år gamla tiltplanteringar på torvjord intet framkom som antydde nedsatt stabilitet. Tradrötterna hade vuxit igenom fåran och tagit marken i besittning på andra sidan därom.

Under förhållanden som medverkar till utbildning av ytligt rot-system torde emellertid även här i landet skäl finnas att beakta stabilitetssynpunkterna vid tiltplantering.

12.8. Sammanfattning

Plantering efter olika plöjningsmetoder jämfördes med plantering på obehandlad mark på ett antal ytor. 31 jämförelser föreligger mellan standardmässigt planteringsförfarande på enkel tilta, varvid en del av rötterna gick genom tiltan och ned i underlaget, samt plantering i markyta. 29 jämförelser omfattar gran, 2 jämförelser tall.

Tiltplantering gav efter 3 och 5 vegetationsperioder högre överlevelseprocent och bättre höjdtillväxt än plantering i obearbetad markyta med signifikanser på risknivåer 1—5 procent. Överlevelseprocenten var efter båda tillfällena ca 8 procentenheter större för tiltplantering. Den årliga ökningen i höjdtillväxt uppgick för gran i absoluta tal till respektive 1,3 och 1,4 cm, eller till 28 och 15 procent av tillväxten för planter i obearbetad mark. Materialet för tall är ringa, men antyder gynnsam effekt av tiltplantering även för detta trädslag. Uppdelning på jordarter antyder att för gran största tillväxstimering av tiltplantering erhållits på lätta jordar. På styva lerjordar synes vissa startsvårigheter ha förelegat för granplanter på tilta under åtminstone de 2 första vegetationsperioderna efter plantering.

Inget av prövade alternativ till plantering av gran mitt på tilta, med

rötter delvis i underlaget, gav i genomsnitt bättre resultat än detta planteringsförfarande. Prövade alternativ: plantering i fåra, plantering mellan två tilter lagda tillsammans samt plantering i kluven tilta, se 12.2.

Plantering av gran på tjock tilta, varvid rötter placerades inom tilta, jämfördes på 5 ytor på lerjord med plantering på tunn tilta, varvid rötter även placerades i underlaget. På samtliga ytor blev höjdtutvecklingen sämre för plantor på tjock tilta än för plantor på tunn tilta. Skillnaden uppgick efter 3 vegetationsperioder till drygt 30 procent av tillväxten på tunn tilta. På torvjord antyder det knappa materialet att förhållandet kan vara annorlunda.

Materialet för undersökning av plöjningstidpunktens betydelse antyder att stora skillnader ej förelegat för gran mellan plantering på vårplöjda och höstplöjda tilter.

På helplöjda ytor erhöles i allmänhet bättre planteringsresultat än på intilliggande oplöjda ytor. Utslaget torde i flertalet jämförelser ha orsakats av skillnader i inträffade kalamiteter, vilkas uppkomst påverkats av vegetationsförändringar till följd av plöjningen.

I 12.6. göres troligt att helplöjning som engångsåtgärd endast under särskilda betingelser leder till en påtaglig minskning av vegetationens konkurrens med barrträdsplantor. Minskningen torde bli kortvarig och vara avhängig ett flertal faktorer, bl. a. närvarande gräsarters vegetativa förökningsförmåga, markens innehåll av ogräsfrö och till högvuxna örter hörande vegetativa förökningsorgan.

Tiltplöjning minskade i genomsnitt något vegetationens tryck på granplantor. På många ytor var minskningen dock obetydlig. Effekten i dessa avseenden torde vara avhängig samma faktorer som är bestämmande för vegetationsförändringar vid helplöjning.

I 12.7. framhålles önskvärdheten av mikrometeorologiska mätningar och jordtemperaturmätningar, varigenom säkrare underlag kan erhållas för bedömning av frågor som tilttjocklek, plöjningsriktning och plantors placering. Sådana undersökningar torde kunna medge förståelse av varför plantor på tilta på vissa ytor drabbades något svårare än plantor satta i grässvål av en speciell typ av skador vårvintern 1964, se vidare Kap. 16.

Utvärdering av tiltplanterings användbarhet uppskjutes till senare avsnitt, Kap. 19 och 21, då överblick erhållits av alternativa metoder för vegetationsbehandling.

Kap. 13. Herbiciders inverkan på planteringsresultatet och vegetationen

13.1. Litteratur

Efter fenoxiättiksyrorernas framställning under 2:a världskriget har herbicider med andra egenskaper tillverkats. Under 1950-talet tillkom kemikalier med effekt även på gräsarter. Dessa herbiciders möjligheter vid skogsföryngring av gräs- och örtrika lokaler började undersökas. Särskilt under innevarande decennium har undersökningsresultat på detta område publicerats.

I Sverige berör KARLBERG (1958) allmänt herbiciderna i fråga. Positiv inverkan på såväl överlevelseprocent som höjdtillväxt för gran rapporterar KARLBERG (1964) efter användning av amitrol. BYLTERUD (1958) uppmärksammar i Norge gräsherbiciderna och LUND-HØIE publicerar 1961 försöksresultat som visar fördelaktig inverkan på planteringsresultatet för gran av flera herbicider. Tillväxststimulering av simazin observeras, vilket även noteras av BOAS (1964) vid inventering av danska erfarenheter. I Danmark omnämner dessförinnan bl. a. NECKELMANN (1961) möjligheterna att med herbicider lösa gräsproblemet vid skogsplantering. LUND-HØIE (1964) återkommer med nya erfarenheter från Norge. Dalapon och simazin har nu övergivits för användning i barrträdkulturer, simazin på grund av för svag effekt, dalapon på grund av att skador orsakats plantorna. I stället knytes förhoppningar till blandherbicider som amitrol + simazin och amitrol + atrazin. Barrträdsplantorna måste dock skyddas för vätskebeläggning vid besprutning med dessa herbicider. I Finland har framförallt RUMMUKAINEN (1959, 1961, 1962), MUKULA—SÄKÖ (1961) samt MUKULA (1962) undersökt herbicidernas effekt i plantskolor och skogsföryngringar.

I Västtyskland framhåller bl. a. GAST (1958) och RÖHRIG (1958) de nya herbicidernas möjligheter vid skogsföryngring och betonar önskvärdheten av att deras egenskaper härvid närmare utredes. Sammanfattning av erfarenheter och försöksverksamhet lämnar ROZSNYAY (1961), FABER (1962), GÜNTHER (1965), KRAMER (1966), v. ZITZEWITZ (1966). Det är huvudsakligen amitrol, dalapon och simazin som användes på tidigare jordbruksmark. Vanligast synes dalapon vara. Den oftast använda tekniken då gräs dominerar innebär att hela area-

len behandlas med 5 kg dalapon per hektar; vid nyplantering ca 1 vecka före plantering; i plantbestånd före skottsträckning på våren. Besprutning utföres utan att plantor skyddas för vätskebeläggning. Tall och lärk synes vara känsliga för detta besprutningssätt, ROZSNYAY (1961), GÜNTHER (1965). EHLERS (1965) framhåller olägenheten av att en högvuxen och riklig örtflora ofta infinner sig efter användning av dalapon. För att förhindra detta undersöker han en kombination av amitrol och dalapon i låga doseringar, 1—1,5 kg/ha av vardera herbiciden. Besprutningseffektens varaktighet anges till 3—4 månader.

I Östtyskland har framförallt BERGMANN (1963, 1964) undersökt dalapon och simazin. KELLER (1962) fann vid jämförande undersökningar i Schweiz med bl. a. amitrol, atrazin, dalapon och simazin att endast dalapon var användbar under undersökta förhållanden. Han konstaterar att resistent arter gärna inkommer å behandlad areal.

I Nederländerna har GOOR—JAGER (1961) utexperimenterat ett liknande förfarande som i Västtyskland. Dock användes av dalapon något högre dosering, 7,5—10 kg/ha. Senare jämföres dalapon med simazin och atrazin, varvid företräde gives åt dalapon, GOOR—JAGER (1962). Även i Storbritannien, ALDHOUS (1965), synes framförallt dalapon komma till användning för gräsbekämpning vid skogsföryngring.

Enligt FURTICK (1961), DUNHAM (1965) användes i U.S.A. bl. a. atrazin, diuron och simazin i doseringar av 1—5 kg/ha vid plantering på vegetationsfri mark för att förhindra uppkomst av besvärande vegetation. Vid plantering på gräsrika marker och för gräsbekämpning i redan etablerade kulturer användes bl. a. amitrol, dalapon, kombination av amitrol och simazin. Plantors ovanjordsdelar bör skyddas från kontakt med sprutvätskan. Plantering efter användning av dalapon bör ske tidigast 3 veckor efter besprutning. För att minska uppkomsten av ettårig örtvegetation kan en efterföljande besprutning med simazin eller atrazin vara nödvändig. CARVELL—BERTHY (1965) rekommenderar i västra Virginia huvudsakligen dalapon i barrträdskulturer, varvid plantor skyddas för vätskebeläggning genom att sprutmunstycket föres nära markytan.

Att döma av referat i Forestry Abstracts och Weed Abstracts synes i Ryssland livlig och grundlig forskning pågå rörande problem med besvärande gräs- och örtvegetation i skogsföryngringar, bl. a. BELKOV—SHUTOV (1964), VOEVODIN (1964).

Använda herbicider är i huvudsak desamma som ovan berörts.

13.2. Använda herbicider och deras egenskaper

13.2.1. Använda herbicider

Följande herbicider användes på ytorna i större utsträckning: amitrol, atrazin, dalapon, simazin samt diuron i förening med amitrol. Undersökning av alla för ändamålet tänkbara herbicider har ej varit möjligt att genomföra. Herbicider medtogs vilka, enligt tillgänglig information, föreföll att vara mest lämpade för föreliggande ändamål. Målsättningen var att försöka nå fram till ett svar på frågan huruvida några herbicider besatt sådant verkningssätt att de kunde anses vara användbara vid plantering på åkermark. Detta ledde till att herbiciderna prövades under olika ståndortsförhållanden, liksom att doseringens betydelse undersöktes, m. fl. frågor.

Från början medtagna herbicider visade sig under arbetets gång ej helt motsvara förväntningarna. Sedan andra herbicider visat sig bättre fick dessa tjänstgöra som standardherbicider, samtidigt som från början medtagna herbicider uteslöts eller mera sällan förekom i försöksplanerna.

Använda herbicider var i marknaden förekommande handelspreparat. De innehöll följande mängder aktiv substans: amitrol: 50 %, amitrol + diuron: amitrol 500 g + diuron 250 g/kg, atrazin och simazin: 50 %, dalapon: 74 % (syraekvivalent).

13.2.2. Några egenskaper hos använda herbicider

Herbiciders verkningssätt beror på ett flertal faktorer, alla ännu ej helt klarlagda. Då anledning finns att vid redogörelse av försöksresultat beröra sådana frågor har jag bedömt det vara ändamålsenligt att i ett särskilt avsnitt försöka ge en kortfattad framställning av använda herbiciders egenskaper och verkningssätt. Härigenom kan försöksresultaten behandlas mera koncentrerat.

I viss mån går en gräns mellan herbicider vars användning huvudsakligen bygger på att de upptages av växters ovanjordsdelar å ena sidan, och av växters rötter å andra sidan. Som en följd härav talar man om bladherbicider och jordherbicider, jfr CRAFTS—ROBBINS (1962), GRANSTRÖM—AAMISEPP (1965), FRYER—HOLLY (1965 a).

Använda herbicider kan med denna indelningsgrund grupperas på följande sätt:

<i>Bladherbicid</i>	<i>Jordherbicid</i>
amitrol (\approx 280 000)	atrazin (70)
dalapon (\approx 900 000)	simazin (5)
	diuron (42)

Värden inom parentes anger respektive herbicids löslighet i vatten (20—25°C), uttryckt i ppm. Värdena är hämtade från CRAFTS (1961) och FRYER—HOLLY (1965 b).

SUNDGREN et al. (1965) hänför även amitrol och dalapon till jordherbicer. Författarna anger emellertid samtidigt att herbiciderna är verksammare vid bladapplikation än vid tillförsel till jord och att förstnämnda applikationsförfarande vanligast användes. På grund av att båda herbiciderna dessutom under normala förhållanden inaktiveras mycket hastigare i jord än de angivna jordherbiciderna, jfr fortsättningen, har de båda herbiciderna här hänförts till kategorin bladherbicer.

Bladherbiciderna

De båda bladherbiciderna skiljer sig från jordherbiciderna, som uppställningen visar, genom sin stora löslighet i vatten. Ingen av herbiciderna är flyktig, FRYER—HOLLY (1965 b).

Såväl amitrol (3-amin-1,2,4-triazol) som dalapon, natriumsalt av 2,2-diklorpropionsyra, upptages av växters blad och rötter. Herbiciderna synes vid tillförsel till bladen transporteras nedåt i växters floem, jfr CRAFTS (1961).

I vilken utsträckning inre transport förekommer är beroende av ett flertal förhållanden, vilka behandlas av CRAFTS (1961, 1964), CRAFTS—ROBBINS (1962). Förutom att väderleken påverkar sprutvätskans beläggning på växter, övar väderleken inflytande genom det sätt på vilket växters morfologi och tillväxtförhållanden beröres. Eftersom mycket tyder på att den nedåtgående transporten av herbicer i växter sker tillsammans med assimilatrömmen, CRAFTS (1964), får faktorer som gynnar denna betydelse för herbicidernas effektivitet.

Amitrol och dalapon upptages dessutom, som nämnts, av växters rötter, CRAFTS (1961, 1964), CRAFTS—ROBBINS (1962). Den uppåtgående transporten synes ske i xylemet. Som anmärkningsvärt kan härvid framhållas att trots att amitrol och dalapon besitter stor löslighet i vatten har dessa herbicer visat sig upptagas av rötter och transporteras uppåt långsammare i havreplantor än de svårlösliga jordherbiciderna simazin och monuron, CRAFTS—YAMAGUCHI (1960).

Hur de båda herbiciderna ingriper i växters livsprocesser är ej helt klarlagt. Hithörande frågor diskuteras bl. a. av CRAFTS (1961) och VAN OVERBEEK (1962). Tillgängliga data tyder på att amitrol transformeras till andra föreningar inom växter innan transport sker, medan dalapon transporteras i oförändrad form. Såväl amitrol som dalapon synes ansamlas i växters vegetativa tillväxtpunkter. Båda herbiciderna anses påverka växters proteinbalans, vilket för amitrols vidkommande leder till utebliven klorofyllbildning, vilket ger karakteristiska albinosymptom, jfr VAN OVERBEEK (1962). Skadesymptom av dalapon yttrade sig på ytorna i rödfärgning av årsbarr med början från skottspetsarna. Vid svårare påverkan avbarrades dessa.

Dalapon uppvisar större selektivitet än amitrol. Förstnämnda herbicid har större effekt på gräsarter än på tvåhjärtbladiga växter, CRAFTS—ROBBINS (1962), medan amitrol synes ha en bredare verkan, och ej lika god effekt på gräs, ALLEN (1965), FRYER—HOLLY (1965 b).

Båda herbiciderna har tämligen kort varaktighet i marken. Varaktigheten beror på ett flertal faktorer, som närmare beröres under kategorin jordherbicer. Något exakt värde på varaktigheten kan därför ej uppställas. Svenska undersökningar saknas såvitt bekant. AUDUS (1964) uppger varaktigheten av amitrol till 3—10 veckor, av dalapon till 7—10 veckor. BURSCHEL (1963) anger att livslängden hos dalapon kan uppgå till 5 månader. Han citerar beträffande amitrol undersökningar, enligt vilka herbiciden under särskilt ogynnsamma omständigheter skulle kunna återfinnas i jord ännu efter 2 år. Allt tyder emellertid på att herbiciderna under normala förhållanden har en begränsad livslängd i jorden.

Tillgängliga forskningsresultat pekar på att ingen av nämnda herbicer vid normal användning skulle åstadkomma allvarliga skadeverkningar på markens mikroorganismer, jfr BURSCHEL (1963), AUDUS (1964), HÖRLING (1965).

Ingen av herbiciderna klassificeras som gift i Giftnämndens förteckning över herbicer, LÖNNGREN (1963). LD₅₀-värdena, råttor, oralt, är så höga som 1100 mg/kg för amitrol och > 6000 för dalapon, FRYER—HOLLY (1965 b). Båda herbiciderna anses ofarliga för fiskar i koncentrationer under 250 ppm, MONTGOMERY et al. (1965). Koncentrationer överstigande 250 ppm torde dock ej uppnås vid normalt handhavande av herbiciderna.

Båda herbiciderna saluföres som pulver för upplösning i vatten. Ibland kombineras amitrol med ammoniumtiocyanat och försäljes då i flytande form. Blandpreparatet har visat sig överlägset enbart amitrol, särskilt på kvickrot, jfr CRAFTS (1961).

Jordherbiciderna

Atrazin (2-klor-4-etylamin-6-isopropylamin-1,3,5-triazin) och simazin (2-klor-4,6-bisetylamin-1,3,5-triazin) tillhör triazinerna, medan diuron (3-(3,4-diklorfenyl)-1,1-dimetylurea) hänföres till de substituerade ureaföreningarna. I båda dessa grupper finns ett betydande antal föreningar med varierande vattenlöslighet och med mer eller mindre starka herbicida egenskaper, GYSIN—KNÜSLI (1960), KURTH (1960), CRAFTS (1961), CRAFTS—ROBBINS (1962), BRIAN (1964), FRYER—HOLLY (1965 b).

Trots att här representerade herbicer besitter ringa vattenlöslighet upptages de dock lätt av växters rötter och transporteras uppåt i xylemet med transpirationsströmmen, CRAFTS (1961, 1964), CRAFTS—ROBBINS (1962), FREEMAN et al. (1964). Herbiciderna absorberas även av växters blad. Från bladen och nedåt synes dock transporten vara ringa. I bladen förflyttas herbiciderna huvudsakligen mot dessas spetsar, jfr CRAFTS (1961, 1964), CRAFTS—ROBBINS (1962), FOY (1964), BAYER—YAMAGUCHI (1965). Den praktiska användningen av nämnda herbicer måste som en konsekvens bygga på upptagning via växtrötter.

Såväl de båda triazinföreningarna som diuron blockerar växters kolsyreassimilation, GEIGY (1959 b), ASHTON et al. (1960), CRAFTS (1961), CRAFTS—

ROBBINS (1962), WORT (1964), samtidigt ökar andningen. Långtgående påverkan leder till växters undergång. Påverkan av simazin, atrazin och diuron yttrar sig i att blad och barr gulfärgas, jfr GEIGY (1959 b), DOLL (1960).

Växter uppvisar varierande tolerans mot nämnda herbicider. Denna fråga synes vara bäst undersökt för simazin och atrazin. Vissa gräsarter, majs, korn, en del hirsarter, är sålunda avsevärt resistentare än andra, jfr GEIGY (1959 a, b), CRAFTS (1961), CRAFTS—ROBBINS (1962), WAIN (1964). Växter besitter förmåga att inaktivera herbiciderna, jfr NEGI et al. (1964). En sådan inaktiveringsförmåga är bekant för *Picea abies* och *Pinus silvestris*, UHLIG (1964, 1966). Av betydelse för växters resistens är vidare deras utvecklingsstadium. Groddplantor är känsligare än utvuxna plantor, GEIGY (1959 a, b), CRAFTS (1961). För atrazins och simazins vidkommande synes uppfattningen vara vanlig att frögroningen ej påverkas, GEIGY (1959 a), CRAFTS—ROBBINS (1962). Resultat framlagda av GROVER (1962) visar dock att uppfattningen kan behöva modifieras. GROVER undersökte tre barrträdsarter *Pinus silvestris*, *Picea glauca* Moench och *Picea pungens* Engelm. Hos *Picea glauca* inträffade en kraftig gröningshämning efter simazinbehandling, medan övriga arter ej påverkades.

Växters förmåga att inaktivera jordherbicider synes påverka herbicidernas varaktighet i jord och är av betydelse för kulturväxter antingen dessa odlas efter en ogräsbesprutning eller förekommer vid besprutningen, jfr ALKÄMPER (1967). För barrträdsplantor innebär detta att risker för skadeverkan kan bedömas vara större på vegetationsfattiga objekt än på vegetationsrika.

Såväl atrazin, simazin som diuron besitter ett visst ångtryck. Största ångtrycket har diuron, medan simazin har det minsta ångtrycket, FRYER—HOLLY (1959 b).

Ett betydande antal undersökningar föreligger över triaziners inaktivering genom förgasning, BURNSIDE et al. (1961), GAST (1962), FOY (1964), KEARNEY et al. (1964). Även över inaktivering genom fotokemisk nedbrytning har undersökningar utförts beträffande såväl triaziner som ureaföreningar, jfr WELDON—TIMMONS (1961 a), GAST (1962), JORDAN et al. (1964 a, b), COMES—TIMMONS (1965). Resultaten synes utvisa att inaktivering sannolikt förekommer genom båda processerna, jfr särskilt GAST (1962). Försöksresultaten är emellertid delvis motsägande beroende på varierande undersökningsteknik och svårigheter att skilja inverkan av de båda processerna från varandra.

Enligt GAST förefaller den fotokemiska nedbrytningen ha störst betydelse, och kunna vara av praktisk vikt särskilt vid behandling av torr jord, jfr RUMMUKAINEN (1959).

Hur olika markförhållanden påverkar herbiciders försvinnande eller inaktivering behandlas av CRAFTS—HARVEY (1955), HARTLEY (1960, 1964), CRAFTS—ROBBINS (1962), BURSCHER (1963), AUDUS (1964). Betydelsefulla faktorer är bl. a. herbicidens löslighet samt lufttemperatur, nederbörd, jordartens kornstorlek och innehåll av humus, lerpartiklar och mikroorganismer.

I vissa fall synes gälla att ökad vattenlöslighet befordrar en herbicids inträngande i jorden, liksom tilltagande nederbörd, jfr UPCHURCH—PIERCE (1957), BURSCHER (1963). Av betydelse är även tidpunkten då nederbörden

faller i förhållande till behandlingstillfället, GAST (1962), liksom markfuktigheten och markens genomsläpplighet, jfr SHEETS (1959), GAST (1959). För herbiciders inträngande i jorden spelar jordens adsorptiva egenskaper stor roll. HARTLEY (1964) framhåller att adsorptionsförmågan kan vara så stor att herbiciders vattenlöslighet mister sin betydelse som faktor för nedträngandet i marken. Herbiciders adsorption i olika jordar har undersökts bl. a. av HARRIS—WARREN (1964) (atrazin, simazin och monuron), HARRIS—SHEETS (1965) (diuron och simazin), NEARPASS (1965) (simazin), TALBERT—FLETCHALL (1964, 1965) (atrazin och simazin). Resultaten synes peka på att adsorptionsförmågan i allmänhet ökar med stigande lerhalt och organiskt material samt med avtagande pH-värde och temperatur. Enligt HARRIS—WARREN (1964) visade sig den av temperaturen betingade adsorptionsförmågan vara en reversibel process.

UPCHURCH—MASON (1962) undersökte ett flertal herbiciders toxicitet i jord av varierande humushalt. Stora skillnader förelåg mellan herbicider beträffande erforderlig dosering i absoluta tal för uppnående av en 50-procentig reduktion av använda testplantors tillväxt. För samtliga herbicider bl. a. dalapon, simazin och diuron befanns dock att för att erhålla nämnda tillväxtreduktion behövde doseringen höjas 4—5 gånger vid 20 procents humushalt i förhållande till dosering nödvändig vid 4 procents humushalt.

Av stor betydelse för herbiciders varaktighet i jord är förekomst av mikroorganismer. På olika sätt har detta överskådligt demonstrerats av bl. a. AUDUS (1964). Flera förhållanden, vilka antytt att mikroorganismer är verksamma vid herbiciders inaktivering har erhållit ett avgörande stöd av att ett flertal forskare lyckats bestämma såväl bakterier som svampar med förmåga att sönderdela herbicider. AUDUS (1964) presenterar en uppställning av dylika forskningsresultat som av här berörda herbicider omfattar dalapon och simazin. AUDUS framhåller att alla herbicider ännu ej blivit tillräckligt undersökta i detta avseende.

En ekologisk faktor som i hög grad visat sig påverka herbiciders varaktighet är temperaturen. BURSCHEL (1961) fann sålunda att 50 procent av tillförd mängd simazin till en lössjord med 10 procents humushalt återfanns efter 40 dagar vid en temperatur av 18 grader. Vid en temperatur av 8,5 grader dröjde det 140 dagar innan den återfunna simazinsmängden nedgått till 50 procent av tillförd kvantitet. I nämnda lössjord utan humus förelåg dock ej någon temperaturberoende inaktivering under 3½ månader. BURSCHEL (1961) drager slutsatsen att temperaturinflytandet beror på att mikroorganismer stimuleras av förhöjd temperatur.

De faktorer som berörts ovan samverkar och är beroende av varandra. Det måste nödvändigtvis innebära att det i det enskilda fallet är svårt att bestämma en viss faktor som förklaring till ett oväntat resultat av herbicidanvändning. Flera av citerade forskare framhåller också detta.

Av den sammanställning AUDUS (1964) meddelar rörande herbiciders varaktighet i jord framgår det att simazin påvisats i jord 7 till mer än 50 veckor efter behandling, medan diuron påvisats 35 till mer än 200 veckor efter behandling. I undersökningar av SHEETS et al. (1962) behandlade av CRAFTS—ROBBINS (1962) framgår det att atrazin i flertalet jordar hade något kortare varaktighet än simazin. BURSCHEL (1963) ger en sammanställ-

ning för simazin, av vilken framgår att den tid under vilken herbiciden verkat varierat 4—15 månader, i stor utsträckning beroende på applicerad mängd. I något fall återfanns spår av herbiciden efter 24 månader.

Samtliga tre här närmare berörda jordherbicer, atrazin, simazin och diuron, kvarhålls i stor utsträckning nära markytan. Endast mindre mängder synes i allmänhet transporteras djupare ned än 1 decimeter, BURSCH (1961), WELDON—TIMMONS (1961 b), CHAMBERLAIN (1963). I laboratoriumförsök har resultat erhållits som tyder på att större mängder av jordherbicer transporterats djupare ned, SHEETS (1959), RODGERS—WILCOX (1963). Man har därvid emellertid på kort tid tillsatt vattenkvantiteter som motsvarar nederbörds mängder som mycket sällan, om ens någonsin, förekommer i naturen, åtminstone inte under svenska förhållanden.

Varken atrazin, simazin eller diuron synes vid normal användning allvarligt skada markens mikroorganismliv, BURSCH (1963), AUDUS (1964).

Ingen av herbiciderna klassificeras som gift i Giftnämndens förteckning över herbicer, LÖNNGREN (1963). LD₅₀-värden, råttor, oralt, är för atrazin 2000—3080, för simazin 5000 och för diuron 3400 mg/kg, FRYER—HOLLY (1965 b).

Diuron saluföres för sig med 80 procents innehåll av verksamt substans eller tillsammans med aminotriazol som sprutpulver för utblandning med vatten. Atrazin och simazin tillhandahålls dels som sprutpulver, dels i granulatform med 4 procents innehåll av verksamt substans. Granulat av atrazin har på korn visat sig ge större skador än sprutpulver, BUCHHOLTZ (1965).

13.3. Försöksmetoder

13.3.1. Appliceringsteknik

Herbicer applicerades på ytor genom att besprutning utfördes i fläckar runt planter. I samband med maskinplantering förekom på några ytor även besprutning i sammanhängande band med 6—7 dm bredd. Följande metoder för applicering av herbicer i förhållande till planter användes:

1. Oskyddade planter. Besprutning utfördes vanligen inom en vecka efter plantering. Inga försiktighetsåtgärder vidtogs för att skydda planter för vätskebeläggning.

Detta applikationsförfarande var det normala för jordherbicer och avses hela tiden i texten i fortsättningen, om inget annat säges, jfr dock 13.4.3.

2. Skyddade planter. Planta vid vilken vegetationen sprutades skyddades av plåttratt. Besprutning utfördes vanligen inom en vecka efter plantering.

Detta förfarande var det normala för bladherbicer och kombinationsherbicid av blad- och jordherbicid och avses hela tiden i texten i fortsättningen, om inget annat säges.

3. Besprutning utförd omedelbart före plantering i samband med

maskinplantering. Besprutningsaggregatet var monterat på planteringsmaskinen. Planterade plantor utsattes ej för besprutningsvätska annat än genom eventuell kontakt med den besprutade vegetationen vid planteringen.

Den herbicidbehandlade fläckstorleken var från och med 1961 7×7 dm. Före 1961 användes fläckstorleken 4×4 dm, som emellertid visade sig vara för liten. Fläckstorleken uttogs med hjälp av träram. Använd vätskekvantitet motsvarade $0,15 \text{ l/m}^2$. Herbiciddosering anges i kg handelspreparat/ha, varmed avses den mängd som åtgår om $10\,000 \text{ m}^2$ behandlas. Preparatens halt av verksamt substans omnämndes i 13.2. Behövliga herbicidkvantiteter för olika doseringar var i förväg uppvägda. För att erhålla en i möjligaste mån likformig behandling av alla plantor i varje försöksled intränades en rutin innan försöksytorna behandlades.

Vid alla besprutningar registrerades vätskeåtgång. Denna kunde i enstaka fall avvika upp till 20 procent av förkalkylerad kvantitet. Uppgifter om vätskeåtgång meddelas dock ej här då inspektion av materialet utvisar att besprutningen i medeltal utförts tämligen enhetligt. I fortsättningen kommer dessutom att visas att doseringen i allmänhet ej synes ha ett avgörande inflytande på planteringsresultatet.

13.3.2. Registrering av behandlingseffekten på vegetationen

För att uttrycka effekten på vegetationen av herbicidbehandling användes ett par olika förfaringssätt. Å ena sidan fanns kravet att registreringen skulle vara så objektiv som möjligt och ge avlästa eller uppmätta värden, å andra sidan var det nödvändigt att metoden ej var tidskrävande, då det från början förutsågs att ett betydande antal försöksled med herbicidbehandling skulle komma att utläggas. De båda kraven var svårförenliga. Då det ansågs väsentligt att undersöka herbiciderna under ett så brett ståndortsregister som möjligt fick kravet på största noggrannhet i enskilda observationer något eftersättas av tidsbesparande skäl.

Metoden som valdes innebar en gradering av behandlingseffekten i varje fläck i en skala 0—10, där 0 betyder ingen effekt och 10 full effekt. Effekten bestämdes med ledning av den i den behandlade fläckens uppvuxna vegetationens täckningsgrad. Täckningsgraden uttrycktes således i 10-tals-procent. På objekt där vegetationen ej helt täckte marken erhöles besprutningseffekten genom att vegetationens täckningsgrad inom herbicidrutor sattes i relation till vegetationens täckningsgrad närmast utanför fläcken.

Om mer än ett försöksled på en yta omfattade samma herbicid och

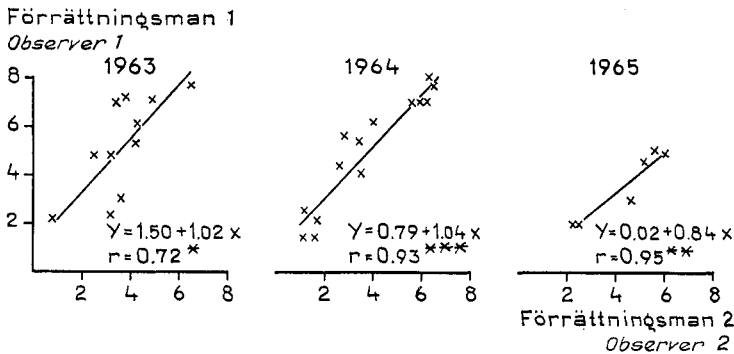


Fig. 13.1. Samband i bedömningen av herbicidbesprutnings effekt på vegetationen mellan förrättningsmän som svarat för bedömningarna.

Relation between the decisions of the observers who estimated the effect of herbicide spraying.

dosering bedömdes besprutningseffekten i allmänhet endast i det försöksled som utgjorde standard.

Effekten av herbicidbehandling avlästes av en förrättningsman i huvuddelen av försöksleden. På ett antal ytor reviderades herbicideffekten av en andre förrättningsman. Genom dubbelrevision vid ungefär samma tidpunkt har dennes gradering kunnat överföras till samma graderingsnivå som å övriga ytor, fig. 13.1. Rangordningen mellan försöksled synes ej ha påverkats av de olika förrättningsmännen. För kontroll av den okulära bedömningen utfördes å ett antal ytor vägning av vegetation avklippt å 10 utlottade herbicidfläckar per yta.

Jämförelse av de båda metoderna liksom en närmare granskning av det okulära förfaringssättet behandlas i nästa avsnitt.

Uppgift om vegetationens täckningsgrad i behandlade fläckar ger ej en helt tillräcklig bild av vegetationens förändringar efter herbicidanvändning, vilket framgår av följande överläggning. Antag att besprutningseffekten är 0 å två försöksytor. Å ena ytan är effekten 0 till följd av att herbiciden är helt verkningslös på ursprunglig gräsvegetation. På den andra ytan försvinner gräsvegetationen, som efterträdes av lågvuxen örtvegetation. Angivelse av täckningsgrad behöver tydligen kompletteras med uppgift av vilken framgår hur plantans miljö gestaltar sig. Även här förelåg kravet att metodiken skulle vara enkel. För ändamålet infördes V.r.s.-begreppet, för vilket redogjorts i Kap. 4.

För att få möjlighet att något belysa vegetationsförändringar efter herbicidanvändning infördes ett system som innebar att olika växter erhöi sifferbeteckningar. På revisionsprotokollet fanns plats i särskilda kolumner för beskrivning av den i varje herbicidruta domine-

rande vegetationen, liksom vegetationen närmast utanför behandlad areal. Dessa anteckningar gjordes i samband med ordinarie revisioner. Det stora material som på detta sätt insamlades blev emellertid något oenhetligt. Det visade sig nämligen svårt att utan större tidsspillan karakterisera vegetationen på artrika lokaler, om arterna, vilket ej sällan var fallet, förekom blandade. Vidare erbjöd det svårigheter att vid närvaro av flera sterila gräsarter snabbt bestämma dessa. På grund av nämnda omständigheter utnyttjas materialet endast för att å några ytor, där vissa karakteristiska arter genomgående kunnat urskiljas, exemplifiera vegetationsförändringarna.

13.3.3. Jämförelse mellan subjektiv och objektiv metod för att fastställa herbicideffekten å vegetationen

Huruvida den subjektiva bedömningen utförts likformigt för olika herbicider undersöktes på 4 ytor: 1961 på ytan S.949, 1964 på ytor S.1067 samt S.1079—80. Som objektiv mätare användes vikten av vegetationen på enstaka utlottade herbicidfläckar. På ytan S.949 utfördes vägningen ca 1 månad efter den okulära bedömningen, på övriga ytor i anslutning till bedömningen. Vegetationens vikt är användbar för ändamålet endast under förutsättning att i stort sett samma arter har inkommit i herbicidfläckarna, jfr BROWN (1954), HANSON—CHURCHILL (1961). Att så någorlunda varit fallet framgår av bil. 13.1., som ger den dominerande artsammansättningen och vegetationens vikt i enstaka herbicidfläckar.

Avvikelse i artsammansättning med hänsyn till förhållandet vikt—täckningsgrad utgör en spridningsanledning i fig. 13.2., som visar sambandet på ytorna mellan vegetationens vikt och den okulära besprutningseffekten. På ytan S.949 observeras att en fläck åsatts effekten 7 trots att vegetationens vikt nästan är densamma som i genomsnitt karakteriserar effekten 0. Orsaken är att ett par mycket täta tuvor av *Carex leporina* med ringa täckningsgrad vuxit upp i herbicidfläcken. Ytterligare en spridningsanledning framgår av fig. 13.3. Den frodiga vegetationen intill plantan orsakas av att vid besprutning med herbiciden ifråga, amitrol + diuron, plantan måst skyddas för vätskebeläggning, vilket skett med en plåtratt. Följaktligen blev ett mindre parti närmast plantan osprutat. Dylika »tofsar» uppstår emellertid inte alltid.

Huruvida bedömningsnivån beträffande besprutningseffekten varit olika för olika herbicider undersöktes genom att för varje yta, med undantag av S.1080, där variationsvidden är för liten för ena herbiciden, beräkna regressionslinjen $y = a + bx$ dels för varje herbicid, dels

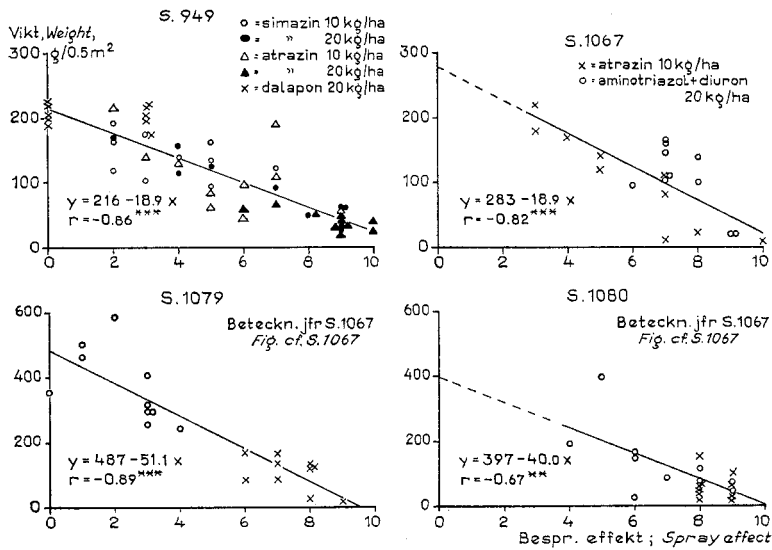


Fig. 13.2. Samband mellan vegetationens vikt och bedömd besprutningseffekt. Värden representerar enskilda herbicidfläckar, jfr bil. 13.1.
Relation between the weight of the clipped vegetation and the estimated spray effect. Values for individual sprayed patches, cf. Appdix. 13.1.



Fig. 13.3. Vegetationens utveckling på osprutat parti närmast planta, som skyddats av plåträtt vid besprutning.
Development of vegetation on unsprayed area immediately beside a plant protected during spraying.

för herbiciderna tillsammans. Kallas restkvadratsumman för enskilda herbicider Q_1 och Q_2 samt för hela materialet Q_t är formeln (2 herbicider, jfr nedan) för testning om regressionerna skiljer sig signifikativt från varandra:

$$\frac{(Q_t - [Q_1 + Q_2])/2}{(Q_1 + Q_2)/(n_1 + n_2 - 4)} = F,$$

där n_1 och n_2 är antalet värden för varje herbicid och F = varianskvoten.

Beträffande ytan S.949 beräknades regressionslinjerna för de sammanslagna doseringarna för simazin och atrazin. På grund av den ringa variationsvidden för dalapon på ytan S.949, fig. 13.2., medtogs denna herbicid ej i testet.

F-värdena blev följande:

S.949	0,219
S.1067	3,281
S.1079	1,826

De är i samtliga fall insignifikanta.

13.4. Resultat

Resultat på enskilda ytor framgår av bil. 13.2. I detta avsnitt redovisas endast manuell besprutning. Besprutning i samband med maskinplantering kommer att beröras i Kap. 17.

Vid besprutning gjordes anteckning om väderlek såväl under som efter behandling. På majoriteten ytor torde uppehållsväder ha varit rådande minst ett dygn efter behandling enligt dessa anteckningar.

13.4.1. Besprutning av vegetationen med bladherbicider intill skyddade och oskyddade plantor

Genom att bladherbicider är lösliga i vatten föreligger risk att de skadar barrträdplanter om plantors ovanjordsdelar kommer i direkt kontakt med herbiciderna. Risken för gran undersöktes genom att sådana herbicider användes på ett antal ytor vid besprutning av vegetationen intill såväl oskyddade som skyddade plantor, tab. 13.1. På ytan S.1015 besprutades även plantorna i försöksleden med oskyddade plantor. Samtliga ytor anlades 1961 på olika jordarter. Med undantag av ytor S.1013 och S.1031 var alla ytor gräsbevuxna. Yta S.1013 var helplöjd och harvad, yta S.1031 utgjordes av en stubbåker.

Medelvärde på höjdtillväxt, transformerade överlevelseprocenter ef-

Tab. 13.1. Planteringsresultat efter besprutning med bladherbicider av vegetation runt oskyddade och skyddade planter. Borrplantering. Gran.

Results of planting after the vegetation surrounding both protected and unprotected seedlings had been sprayed with foliage herbicide. Auger planting. Spruce.

Yta Plot	Obehandlat Control				Plantor oskyddade Seedl. not protected				Plantor skyddade Seedl. protected				H ₀		
	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	1	2	3
S.1015	99,3	67,3	40,7		Dalapon 10 kg/ha				100,0	94,0	64,0		24,9	24,7	26,1
					20 kg/ha										
S. 867	100,0	88,0	82,7	72,0	100,0	88,7	84,0	80,7	100,0	92,0	91,3	88,7	44,5	39,9	40,6
S. 886	99,3	90,0	86,0	42,7	100,0	99,3	98,0	55,3	100,0	99,3	98,0	60,0	28,3	24,6	25,7
S.1022	94,0	75,3	56,0	35,3	96,7	86,7	78,0	70,0	92,7	83,3	70,7	61,3	23,9	23,3	23,3
S.1031	100,0	91,3	87,3	67,3	99,3	84,7	79,3	60,7	98,0	95,3	94,7	83,3	19,6	19,4	19,8
S.1013	100,0	90,7	71,3		99,3	69,3	51,3		100,0	90,0	76,0		1)	1)	1)
S.1015	99,3	67,3	40,7		99,3	90,0	60,0		99,3	96,7	72,7		24,9	24,8	23,1
Mean	98,8	83,8	70,7	54,3	99,1	86,4	75,1	66,8	98,3	92,8	83,9	73,3	28,2	26,4	26,5
					40 kg/ha										
S.1015	99,3	67,3	40,7		99,3	84,0	47,3		99,3	92,7	68,7		24,9	25,8	23,8
					Amitrol 20 kg/ha										
S.1015	99,3	67,3	40,7		99,3	93,3	74,0		100,0	94,0	66,0		24,9	23,8	25,2
					40 kg/ha										
S.1015	99,3	67,3	40,7		99,3	92,0	68,0		98,7	94,7	69,3		24,9	23,6	23,9
Total Mean	99,0	77,2	58,7	54,3	99,2	88,2	70,4	66,7	98,8	93,0	77,3	73,3	26,8	25,5	25,7
	H ₁ -H ₀	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀	H ₅ -H ₀	H ₁ -H ₀	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀	H ₅ -H ₀	H ₁ -H ₀	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀	H ₅ -H ₀			
S.1015	4,3	4,4	9,8		4,2	4,4	6,6		4,2	7,7	8,2				
					20 kg/ha										
S. 867	5,4	1,9	9,6	45,8	5,1	3,7	13,5	47,7	4,7	5,9	14,9	49,8			
S. 886	4,2	7,5	12,1	27,4	2,7	7,3	11,5	24,9	2,1	8,1	14,0	26,3			
S.1022	3,2	-3,9	1,9	14,6	3,6	-1,3	4,5	20,4	3,7	-2,1	3,5	18,1			
S.1031	5,2	11,7	19,6	37,2	4,7	6,2	13,0	27,0	4,9	11,5	19,6	38,7			
S.1013	-1,9	6,2			-5,8	-0,7			-2,2	3,7					
S.1015	4,3	4,4	9,8		4,3	4,9	8,4		4,1	7,5	6,9				
Mean	3,4	4,6	10,6	31,2	2,4	3,4	10,2	30,0	2,9	5,8	11,8	33,2			
					40 kg/ha										
S.1015	4,3	4,4	9,8		2,6	-3,0	-1,5		4,2	5,8	8,2				
					Amitrol 20 kg/ha										
S.1015	4,3	4,4	9,8		3,7	5,2	6,7		4,2	6,1	7,1				
					40 kg/ha										
S.1015	4,3	4,4	9,8		4,1	3,4	6,7		4,6	8,3	13,0				
Total Mean	3,8	4,5	10,2	31,2	2,9	3,0	7,7	30,0	3,4	6,2	10,6	33,2			

1) H₀ saknas. Höjdtillväxt beräknad som H₂-H₁, respektive H₃-H₁

H₀ is lacking. Height increment: H₂-H₁ and H₃-H₁ respectively

Tab. 13.2. Medelvärde på överlevelseprocent och höjdtillväxt efter tre vegetationsperioder. Material enligt tab. 13.1.

Average survival percentage and height increment of seedlings after three growing seasons according to material in Table 13.1.

Metod, jfr tab. 13.1	Medelvärde Mean	
	Transformerad överlevelseprocent, ö _{p3}	Höjdtillväxt, cm (H ₃ -H ₀)
Method, cf table 13.1	Transformed percentage of survival, ö _{p3}	Height increm., cm (H ₃ -H ₀)
1	1,769 ± 0,062	10,24 ± 0,90
2	2,029 ± 0,062**	7,71 ± 0,90
3	2,195 ± 0,062***	10,60 ± 0,90

Tab. 13.3. Procent plantor av antal levande plantor med herbicidskador efter en vegetationsperiod, jfr tab. 13.1. Gran.

Seedlings damaged by herbicide after one growing season, expressed as a percentage of seedlings then alive, cf. Table 13.1. Spruce.

Yta Plot	Herbicide	Dos., kg/ha Dose, kg/ha	Plantor oskyddade Seedlings not protected	Plantor skyddade Seedlings protected	Plantvitalitet Vigour of seedlings		
					Obehandlat Control	Pl. oskydd. Seedlings not prot.	Pl. skydd. Seedl. prot.
S.1015	Dalapon	10	2,0	0	4,3	4,6	4,9
S. 867	"	20	14,0	7,3	4,2	4,1	4,3
S. 886	"	"	6,7	2,0	4,8	4,6	4,8
S.1013	"	"	44,7	12,7	4,8	3,8	4,6
S.1015	"	"	11,3	8,6	4,3	4,7	4,7
S.1022	"	"	22,7	0,7	3,9	3,7	4,0
S.1031	"	"	90,7	18,7	4,6	2,8	4,3
S.1015	"	40	62,0	23,3	4,3	3,2	4,5
S.1015	Amitrol	20	42,0	5,3	4,3	4,3	4,9
S.1015	"	40	66,7	10,7	4,3	3,9	4,8

On plot S.1015 the unprotected seedlings were intentionally sprayed

ter 3 år samt enligt variansanalys erhållna medelfel framgår av tab. 13.2.

Efter 3 år är överlevelseprocenten större för skyddade plantor än för oskyddade plantor på 7 av 10 ytor. På somliga ytor uppgår skillnaden till 10—20 procentenheter. Å två ytor är $\bar{O}p_3$ större för oskyddade plantor; i båda fallen är skillnaden mindre än 10 procentenheter. Medeldifferensen i $\bar{O}p_3$, 6,9 procentenheter, till skyddade plantors förmån är dock insignifikant. Däremot är motsvarande medeldifferens behandlat — obehandlat signifikant större för såväl oskyddade ($P < 0,01$) som skyddade plantor ($P < 0,001$). Endast på 2 av 10 ytor är $\bar{O}p_3$ större för obehandlat än oskyddade plantor; i båda fallen gäller det vid besprutning på vegetationsfria ytor.

Vid revision 1:a vegetationsperioden efter besprutning uppvisade följande procent av antalet levande plantor för olika behandlingar symptom — se 13.2.2 — av herbicidpåverkan, tab. 13.3.

Skyddade plantor utsattes för avsevärt mindre inflytande av herbicidbehandlingen än oskyddade plantor. Den stora variationen mellan ytor i plantors påverkan av dalapon är anmärkningsvärd, jfr 13.2.2. Då mycket god korrelation råder mellan ytor i frekvens skador för oskyddade och skyddade plantor torde den nämnda variationen knappast kunna förklaras av att vätskebeläggningen på plantor varierat mellan ytor. Ej heller synes variationerna kunna förklaras med att besprutningsskador noterats olika på olika ytor, se t. ex. yta S.1031. Den kraftiga sänkningen av plantvitalitetspoängen på ytan visar sålunda att de oskyddade plantorna vid revision verkligen företett en tydlig herbicidpåverkan, som sänkt vitaliteten.

Att plantorna i så hög grad utstått direkt kontakt med herbiciderna

på övriga ytor får antagas bero på dels en god resistens, dels vara en följd av förbättrad miljö genom besprutningen. Höjdtillväxten för oskyddade plantor har emellertid i förhållande till skyddade plantor nedsatts efter användning av såväl dalapon som amitrol i flertalet jämförelser. För samtliga jämförelser uppnås 5-procentig signifikans för nedsättningen. Även i förhållande till »obehandlade» plantor är tillväxten mindre för oskyddade plantor, $P < 0,1$. Mellan »obehandlade» och skyddade plantor är skillnaden i höjdtillväxt insignifikant.

13.4.2. Om doseringens betydelse

På ett antal ytor undersöktes doseringens betydelse för herbiciders effekt och planteringsresultatet, tab. 13.4. Flertalet ytor anlades år 1961 på gräsbevuxna lokaler med varierande jordarter som underlag. Följande ytor anlades under andra år än 1961; S.943, S.946 (1960); S.1024, S.1028 (1962); S.1076 (1963). Kombinationsherbiciden amitrol + diuron användes endast i en dosering och ingår följaktligen ej i tab. 13.4.

Av tabellen framgår att väl föreligger skillnad mellan försöksleden obehandlat och herbicidbehandling rörande planteringsresultatet. Mellan doseringar är dock skillnaderna i såväl planteringsresultat som inverkan på grästrycket (V.r.s.) i allmänhet relativt ringa både för enskilda ytor och i medelvärden för ytor. Detta tyder på att något tydligt samspel mellan doseringar och ytor ej förelegat. Ytan S.1076 avviker emellertid mera anmärkningsvärt från det nämnda förhållandet. Behandling med atrazin i den högsta doseringen, 20 kg/ha, uppvisar betydligt lägre överlevelseprocent än såväl den obehandlade kontrollen som den lägre doseringen 10 kg/ha. Det finns anledning att återkomma till denna yta.

Att inverkan av den bättre besprutningseffekten av högre doseringar i allmänhet ej i större utsträckning påverkat vegetationens svårighetsgrad torde till betydande del bero på att besprutad areal, 7×7 dm, varit i minsta laget å särskilt vegetationsrika ytor. Gentemot obehandlat har emellertid herbicidbehandling betydligt minskat vegetationens svårighetsgrad, åtminstone efter 1 vegetationsperiod. Undantag utgöres av simazin, som synes ha haft en svag inverkan på vegetationen, särskilt i lägsta doseringarna, jfr vidare 13.7.1.

Under förhållanden som närmare beröres i Kap. 16 kan herbicid-doseringen ha större betydelse för planteringsresultatet än vad som framkommit här.

Olika herbicider kommer att jämföras i särskilt avsnitt. Redan av här framlagt material framgår emellertid några förhållanden, som

Comparison of dosages used for different herbicide sprays. Results of planting and effect of spraying. Auger planting. Spruce.

Yta Plot	Öp ₁	Öp ₂	Öp ₃	Öp ₁	Öp ₂	Öp ₃	Öp ₁	Öp ₂	Öp ₃	H ₀ ⁻	H ₀ ²⁻	H ₀ ³⁻	H ₀ ⁻	H ₀ ²	H ₀ ³	H ₀ ⁻	H ₀ ⁻	H ₀ ⁻	Veg.per.						Grow. seasons						H ₀																					
																			1						2						1						2						E ₁		E ₂		E ₁		E ₂		H ₀	
																			V.r.s.																																	
Amitrol																																																				
0 kg/ha 20 kg/ha 40 kg/ha 0 kg/ha 20 kg/ha 40 kg/ha																																																				

1) Höjd vid plantering saknas. Höjdtillväxt respektive H_2-H_1 och H_3-H_1 Height at planting is lacking. Height increment H_2-H_1 and H_3-H_1 , respectively

kortfattat beröres. Trots att simazin, som nämnts, i allmänhet haft en svag effekt på vegetationen, har herbiciden liksom den andra jordherbiciden atrazin påtagligt stimulerat höjdtutvecklingen från och med 2:a vegetationsperioden efter plantering. Bladherbiciderna amitrol och dalapon har däremot vanligen haft ett ringa inflytande på höjdtillväxten, men synes till skillnad från jordherbiciderna fördelaktigt ha påverkat överlevelseprocenten. Efter 3 vegetationsperioder är denna för plantor, vid vilka bladherbicer använts, i genomsnitt ca 10 procentenheter större än för plantor satta utan efterföljande herbicidbesprutning. Efter användning av jordherbicer är i genomsnitt överlevelseprocenten några procentenheter mindre efter 3 vegetationsperioder än utan användning av dessa herbicer. Detta torde orsakas av särskilda förhållanden som beröres i 13.5.1.

13.4.3. Planteringsresultatet inom herbicid och dosering

I tabell 13.5. redovisas för varje herbicid och dosering bl. a. medelvärden på överlevelseprocent och höjdtillväxt för parvis jämförelse mellan plantering i markytan med och utan fläckvis besprutning av vegetationen. Underlaget för tabellen utgöres av bilagor 5.1. och 13.2. Endast herbicidanvändning i samband med borrhänsplantering ingår i tab. 13.5.

Beträffande bladherbicer och kombinationsherbiciden amitrol + diuron ingår vidare i jämförelsen endast försöksled där plantor skyddades för vätskebeläggning, medan beträffande jordherbicer såväl skyddade som oskyddade plantor ingår. Rörande atrazin skyddades plantor för vätskebeläggning endast å ytor S.1023 och S.1026 och beträffande simazin å yta S.1015. Det framgår av bil. 13.2. att planteringsresultatet på dessa ytor ej avviker från planteringsresultatet på många andra ytor, där plantor ej skyddats vid användning av nämnda herbicer. Av sakförhållanden rörande det sätt på vilket dessa herbicer upptages av växter, 13.2.2., framgår vidare, att det ej finns anledning antaga, att frågan huruvida barrträdsplanter skyddas eller ej vid användning av herbiciderna har stor betydelse. På grund härav medtages såväl i detta avsnitt som i fortsättningen de nämnda ytorna tillsammans med det övriga ytmaterialet för jordherbicer.

Tabell 13.5. visar att efter 3 vegetationsperioder har användning av herbicer i allmänhet haft ett fördelaktigt inflytande på såväl överlevelseprocent som höjdtillväxt för både gran och tall. Dalapon synes emellertid ha påverkat tall negativt på den enda yta där herbiciden använts tillsammans med detta trädslag.

Den egentliga stimuleringen av höjdtillväxten genom herbicidanvändning synes inträda först 1—2 vegetationsperioder efter plantering och besprutning.

Tab. 13.5. Planteringsresultat vid borrplantering med och utan besprutning av vegetation runt planter med olika herbicider och doseringar. Medelvärden, jfr bil. 13.2.

Results of comparison between auger planting with accompanying herbicide spraying of surrounding vegetation, and auger planting without such spraying. Average values, cf. Appdx. 13.2. Spruce.

Herbicide	Dose, kg/ha	\bar{u}_1	\bar{u}_2	\bar{u}_3	\bar{u}_5	P for diff. i \bar{u}_3	H_0	H_1-H_0	H_2-H_0	H_3-H_0	H_5-H_0	P for diff. i (H_3-H_0)	Ant. jämf. kontr. > herb.	V.r.s. veg.per. Grow. seas.	E_1	E_2	Antal jämförelser No. of comparisons	Veg. perioder					
													No. of comp. contr. > herb.	1			2	Grow. seasons					
																		\bar{u}_3	(H_3-H_0)	1	2	3	5
Gran Spruce																		2)					
Amitrol	0	99,2	74,3	60,8	63,3	-	31,4	2,9	2,2	8,9	25,1	-	1	2	2,9	2,4	4,0	1,8	5	5	4	1	
	20	99,1	78,8	71,0	62,3	-	31,4	3,3	4,3	10,0	23,9	-	1	2	2,2	2,3	4,0	1,8	5	5	4	1	
	0	98,0	75,1	59,5	56,2	<0,05	28,4	3,1	1,3	6,1	18,6	<0,2	1	2	2,9	2,7	5,6	1,9	8	8	7	3	
	40	98,2	85,0	72,8	72,4	<0,05	27,9	3,4	4,1	8,0	19,9	<0,2	1	2	1,8	2,2	5,6	1,9	8	8	7	3	
Dalapon	0	99,0	73,9	70,5	57,8	<0,1	29,4	4,7	3,9	12,2	38,2	>0,2	1	2	2,6	2,4	3,7	1,5	7	7	6	4	
	10	98,7	82,0	79,2	63,2	<0,1	29,3	4,2	5,0	12,0	40,0	>0,2	1	2	1,7	2,1	3,7	1,5	7	7	6	4	
	0	97,3	22,4	18,4	-	-	22,2	3,6	3,6	10,6	-	-	0	1	1,9	2,0	1,6	0,9	3	2	2	2	
	15	98,7	27,6	21,0	-	-	21,9	3,6	1,4	11,6	-	-	0	1	1,2	1,2	1,6	0,9	3	2	2	2	
Amitrol + diuron	0	97,9	80,8	73,8	61,1	<0,01	28,4	4,0	4,7	12,1	35,1	<0,02	2	1	2,4	2,3	4,2	1,8	15	15	14	11	
	20	98,3	87,5	83,0	71,1	<0,01	27,9	2,7	6,4	13,6	39,0	<0,02	2	1	1,6	2,0	4,2	1,8	15	15	14	11	
	0	98,7	60,9	65,7	63,3	-	30,2	4,1	-0,5	11,5	25,1	-	1	2	3,0	2,4	6,4	2,6	3	3	2	1	
	40	98,2	70,7	78,4	52,7	-	30,4	3,9	-0,7	9,8	25,6	-	1	2	1,4	1,9	6,4	2,6	3	3	2	1	
Atrazin	0	98,7	94,7	-	-	-	31,8	2,9	0,2	-	-	-	0	0	1,6	2,8	7,5	2,0	1	1	-	-	
	15	100,0	95,3	-	-	-	27,7	2,7	3,1	-	-	-	0	0	1,0	2,5	7,5	2,0	1	1	-	-	
	0	97,7	70,7	18,4	-	-	25,4	5,3	6,8	10,6	-	-	0	0	1,9	1,6	-	-	-	-	-	-	
	20	97,0	81,3	50,6	-	-	24,8	5,1	10,0	14,8	-	-	0	0	1,3	1,2	5,2	2,3	18	8	2	-	
Simazin	0	98,2	79,3	66,7	81,8	<0,1	25,1	5,0	7,2	16,6	51,0	<0,01	3	1	1,7	1,6	5,5	2,7	27	18	11	3	
	10	98,6	88,3	81,3	80,4	<0,1	24,8	5,0	10,1	20,8	60,8	<0,01	3	1	1,1	1,2	5,5	2,7	27	18	11	3	
	0 ¹⁾	98,1	77,1	60,7	81,3	<0,05	24,9	5,0	6,8	15,8	71,8	<0,01	1	0	1,7	1,7	5,5	2,9	25	16	9	1	
	10	98,5	87,0	80,5	89,3	<0,05	24,5	5,1	10,1	20,4	85,5	<0,01	1	0	1,1	1,2	5,5	2,9	25	16	9	1	
Atrazin	0	99,4	95,9	71,0	-	-	24,6	5,0	8,8	14,6	-	-	1	0	2,1	1,9	3,6	3,9	6	5	5	-	
	15	99,4	94,6	82,1	-	-	24,7	5,2	10,6	19,6	-	-	1	0	1,2	1,4	3,6	3,9	6	5	5	-	
	0	98,2	86,8	77,0	53,6	>0,2	25,4	3,9	7,1	11,9	30,3	<0,2	5	3	2,2	2,0	6,8	2,8	11	10	10	7	
	20	96,8	85,5	74,1	52,9	>0,2	25,4	3,6	7,9	14,9	36,4	<0,2	5	3	1,6	1,8	6,8	2,8	11	10	10	7	
Simazin	0 ¹⁾	97,6	84,1	70,3	37,0	<0,1	25,4	3,7	6,4	9,1	26,4	<0,1	1	0	2,5	2,5	6,5	3,0	7	6	6	4	
	20	96,7	86,6	77,9	46,3	<0,1	24,4	3,6	9,1	15,0	32,4	<0,1	1	0	1,9	2,2	6,5	3,0	7	6	6	4	
	0	99,6	83,7	72,4	78,7	-	25,4	6,2	12,4	19,5	44,7	-	2	0	2,3	2,3	1,8	2,1	2	2	2	1	
	5	96,0	80,3	65,3	77,3	-	26,6	6,2	12,7	22,6	56,5	-	2	0	2,4	2,2	1,8	2,1	2	2	2	1	
Simazin	0	91,3	78,9	69,4	69,6	<0,2	23,1	4,5	10,2	18,2	44,2	<0,01	6	2	2,2	2,2	2,9	1,7	20	20	17	9	
	10	92,1	81,8	73,9	75,8	<0,2	23,2	4,6	11,4	21,6	54,0	<0,01	6	2	2,1	2,1	2,9	1,7	20	20	17	9	
	0 ¹⁾	90,4	76,9	66,1	66,0	<0,1	22,5	4,5	10,1	17,9	45,2	<0,01	4	1	2,2	2,4	2,7	1,9	18	18	15	7	
	10	91,4	80,1	71,8	75,5	<0,1	22,8	4,7	11,5	21,7	56,6	<0,01	4	1	2,2	2,2	2,7	1,9	18	18	15	7	
Simazin	0	100,0	94,7	81,3	-	-	22,2	3,5	4,9	10,9	-	-	1	0	2,0	2,3	4,4	3,1	1	1	1	-	
	15	100,0	84,0	76,7	-	-	23,6	3,5	9,4	17,8	-	-	1	0	1,2	1,5	4,4	3,1	1	1	1	-	
	0	98,4	87,6	76,9	62,3	>0,2	26,8	4,3	7,5	13,6	34,7	<0,02	6	4	2,1	2,0	3,3	3,0	19	19	19	15	
	20	97,4	90,0	78,8	66,5	>0,2	24,8	4,4	9,4	16,9	40,4	<0,02	6	4	1,8	1,8	3,3	3,0	19	19	19	15	
Simazin	0 ¹⁾	98,0	84,9	73,7	55,1	<0,01	26,6	4,2	7,0	12,8	29,5	<0,01	2	2	2,2	2,3	5,0	3,3	15	15	15	9	
	20	96,9	88,8	80,7	65,7	<0,01	25,5	4,5	10,0	17,3	33,8	<0,01	2	2	2,0	2,6	5,0	3,3	15	15	15	9	
	Tall Pine																						
	Amitrol	0	98,3	92,5	82,5	-	-	11,3	10,3	21,3	40,9	-	-	0	0	2,5	1,3	-	-	1	1	1	-
20		100,0	99,2	89,2	-	-	11,0	12,3	24,6	46,6	-	-	0	0	1,2	1,2	-	-	1	1	1	-	
Dalapon	0	100,0	99,3	99,3	-	-	6,0	8,5	29,4	47,2	-	-	1	1	1,4	1,0	-	-	1	1	1	-	
	15	99,3	94,0	92,7	-	-	5,3	6,7	23,8	42,0	-	-	1	1	1,1	1,1	-	-	1	1	1	-	
Amitrol + diuron	0	99,2	97,5	-	-	-	14,1	8,2	18,9	-	-	-	1	0	1,3	1,3	-	-	1	1	1	-	
	20	97,5	95,0	-	-	-	14,3	7,8	21,5	-	-	-	1	0	1,0	1,1	-	-	1	1	1	-	
Atrazin	0	99,0	97,2	95,0	-	-	9,3	7,6	23,4	40,6	-	-	1	1	2,2	1,4	-	-	4	3	2	-	
	10	98,9	98,2	99,0	-	-	9,4	6,9	24,6	45,2	-	-	1	1	1,7	1,3	-	-	4	3	2	-	
Simazin	0	94,2	80,6	69,6	-	-	11,4	10,4	19,2	34,6	-	-	0	0	2,8	1,8	-	-	2	2	2	-	
	15	98,0	93,8	91,6	-	-	11,4	10,2	22,0	43,2	-	-	0	0	1,2	1,1	-	-	2	2	2	-	
Simazin	0	99,3	99,3	99,3	99,3	-	8,5	7,0	21,6	49,5	115,2	-	1	1	1,0	1,0	-	-	1	1	1	1	
	5	98,0	98,0	98,0	98,0	-	8,4	7,2	22,4	48,6	110,2	-	1	1	1,0	1,0	-	-	1	1	1	1	
	0	99,8	97,8	96,4	99,3	-	6,6	6,7	23,9	43,6	115,2	-	1	0	1,6	1,3	-	-	3	3	3	1	
	10	99,3	97,5	97,3	99,3	-	6,5	6,9	25,1	46,2	119,0	-	1	0	1,3	1,2	-	-	3	3	3	1	
Simazin	0	98,3	92,5	82,5	-	-	11,3	10,3	21,3	40,9	-	-	0	0	2,5	1,3	-	-	1	1	1	-	
	15	98,3	94,2	91,7	-	-	11,5	11,5	27,8	54,0	-	-	0	0	1,0	1,0	-	-	1	1	1	-	

1) Efter uteslutning av vissa ytor, jfr text After the exclusion of certain plots, cf. text

2) Antal jämförelser avser överlevelseprocenten (\bar{u}_p). På enstaka ytor saknas höjdjämförelse
No. of comparisons refers to survival percentage (\bar{u}_p). On some plots height comparisons are absent

Det allmänna intryck som erhållits i 13.4.2.—3. rörande olika herbiciders inverkan på planteringsresultat och vegetationens svårighetsgrad bestyrkes till vissa delar här. Simazins svaga effekt på vegetationen framträder. Vidare återkommer tendensen att användning av jordherbicer eller en kombination av jordherbicid och bladherbicid på gran vanligen haft en större stimulerande inverkan på höjdtillväxten än användning av bladherbicer. Däremot kvarstår ej längre tendensen att användning av jordherbicer negativt skulle påverka överlevelseprocenten.

Studerar primärmaterialet i bil. 13.2. finner man att planteringsresultatet är sämre efter herbicidanvändning än utan användning av herbicer på flera ytor. På följande ytor är så nästan genomgående fallet: S.943, S.949, S.950, S.1011, S.1012. Ytorna är belägna på ett enda mosskomplex, Lönndalens mosse, intill Boxholm i Östergötland. En närmare analysering av resultatet på dessa ytor uppskjutes till nästa avsnitt. I tab. 13.5. har emellertid medelvärden även beräknats sedan följande försöksled uteslutits:

atrazin	10 kg/ha:	S.949—50
»	20	» S.949—50, S.1012, S.1076
simazin	10	» S.949—50
»	20	» S.949—50, S.1011—12

Motivet för nämnda uteslutningar framgår av fortsättningen. Uteslutningarna ger upphov till ökade skillnader och signifikanser mellan obehandlat och herbicidanvändning.

13.5. Några faktorerers betydelse för herbiciders inverkan på planteringsresultatet

Under revisionerna gjordes en del iakttagelser som kan belysa herbiciders verkan under olika förhållanden. Beträffande den i 13.4.3. omnämnda Lönndalens mosse föreföll det sålunda som om huvuddelen av plantavgången efter herbicidanvändning inträffat på de fuktigaste partierna.

Vegetationsperioden efter användning av jordherbicer inträffade vidare vanligen en betydande stimulering av granplantors höjdtillväxt, samtidigt antog plantor, vid vilka herbicer använts, ofta en mörkgrön färg till skillnad från plantor satta utan efterföljande herbicidbehandling av vegetationen. Tillväxtstimuleringen var emellertid till en början knappast märkbar på vissa ytor som var tämligen vegetationsfria vid plantering och besprutning, även då en kraftig vegetation infann sig redan under behandlingsåret.

Dessa frågor beröres närmare i detta avsnitt.

Tab. 13.6. Differens i överlevelseprocent efter 3 vegetationsperioder mellan borrhärdplantering i markyta med och utan efterföljande herbicidbesprutning. Organogena jordar. Gran.
Differences in survival percentage after three growing seasons between those seedlings auger planted with, and those without, subsequent herbicide spraying. Peat soils. Spruce.

Yta Plot	Amitrol		Herbicide				Herbicide				Atrazin	
			Dalapon		Doserings, kg/ha		Simazin		Dose, kg/ha			
	20	40	10	20	40	5	10	15	20	10	15	20
	Differens herbicid-obehandlat i \bar{u}_p , procentenheter. Difference herbicide-control in \bar{u}_p , units of percentage											
S. 886			8,0	12,0			-7,4	-12,7		9,3		8,7
S. 943								-4,0		-14,7		
S. 947				10,6								
S. 948				1,4 ¹⁾				-0,7		-6,0	-9,4	-9,4
S. 949				-3,3				-7,3		-8,6	-8,0	-8,0
S. 950				-5,4						-12,0		
S.1011			-0,7	14,6	-1,3					-40,7		-38,7
S.1012	-4,0	-4,7								12,6		
S.1021		15,3									10,6	
S.1028	16,6	8,0									-8,0	
S.1061								-4,6				
Mean diff.	6,3	6,2	3,6	5,7	-1,3	-7,4	-6,2	-4,6	-8,6	-8,7	1,3	-11,8
	Differens herbicid-obehandlat i höjdtillväxt, (H_3-H_0), cm. Difference herbicide-control in height increment, (H_3-H_0), cm											
S. 886			-2,9	1,9		2,7	8,2		-2,5			1,0
S. 943							-4,6		5,0			
S. 947				1,8								
S. 948				-3,1 ¹⁾			2,2		1,2	6,1		4,6
S. 949				-0,4			-0,6		1,3	-1,4		-1,2
S. 950				0,5	-1,9				-1,8			-4,2
S.1011			0,1	3,3					3,7			
S.1012	-1,1	-2,2							3,2			
S.1021		3,9									1,6	
S.1028	7,1	-1,1									6,5	
S.1061								6,9			4,0	
Mean diff.	3,0	0,2	-1,4	0,7	-1,9	2,7	1,3	6,9	0,4	2,4	4,0	0,0

1) Planter oskyddade Seedlings not protected

13.5.1. Jordarten

I tab. 13.6. visas differensen i överlevelseprocent och höjdtillväxt efter 3 vegetationsperioder mellan olika försöksled med herbicider och tillhörande obehandlade kontroll på minst 3 år gamla ytor anlagda på organogena jordar med torvtäcke $\geq 0,5$ m.

Det framgår att endast ett ringa antal negativa differenser kvarstår i tab. 13.5. om ytor på organogena jordar skulle uteslutas. Negativ inverkan vid herbicidanvändning på planteringsresultatet har således till övervägande del erhållits på organogena jordar, medan planteringsresultatet efter herbicidanvändning på mineraljordar varit bättre än vad som kan utläsas av tab. 13.5.

Av tab. 13.6. framgår vidare att bladherbicider och jordherbicider synes ha haft olika inverkan på planteringsresultatet på organogena jordar. Större avgång inträffade efter användning av jordherbicider, jfr ytor S.1011—12, än efter bladherbicider, se vidare nedan.

Tabell 13.6. visar emellertid att planteringsresultatet ej blev generellt sämre på organogena jordarter med herbicidanvändning än utan herbicidanvändning. Det synes därför förhålla sig så att endast under

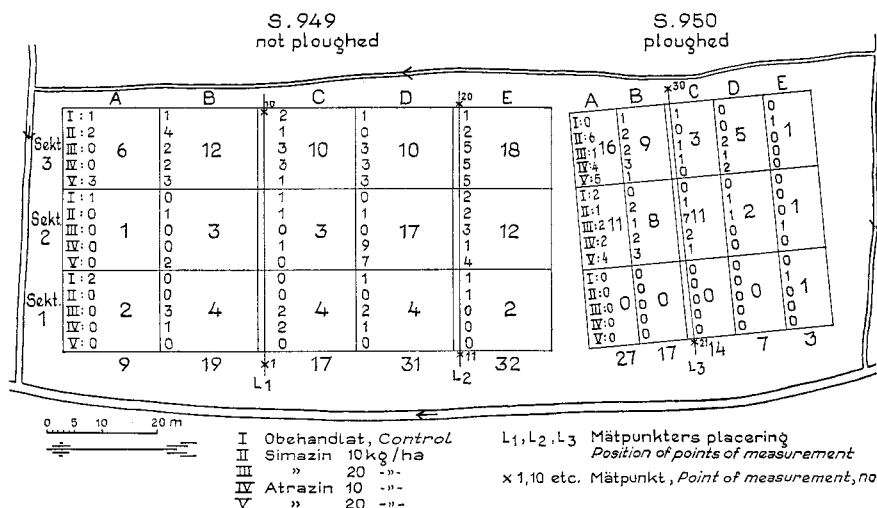


Fig. 13.4. Skiss över den inbördes belägenheten av ytor S. 949—50 jämte närbelägna diken. Inom sektioner (1—3) av block (A—E) anges den summerade plantavgången för borrhänter till och med 3:e vegetationsperioden i angivna försöksled. Mätning av grundvattennivå utfördes i 10 punkter utefter vardera av linjerna L₁—L₃.

Internal lay-out of plots S. 949—50, and the position of nearby ditches. For sections (1—3) of blocks (A—E) are recorded the plant deaths (summed) which occurred on the plot up to and including the third growing season for auger planting. The depth to the water-table was measured along lines L₁—L₃ at ten positions on each line.

särskilda förutsättningar har granplanter reagerat negativt tillsammans med jordherbicider på torvjordar. För att något undersöka detta skall planteringsresultatet på de omnämnda ytorna på Lönndalens mosse närmare granskas.

Utöver i 13.4.3. nämnda ytor är ytan S.948 belägen på mossen. Ytor- nas inbördes belägenhet framgår av BÄRRING (1963 a), fig. 14, sid. 21. Samtliga ytor utom S.943, som planterades våren 1960, planterades våren 1961 med gran, 2/2-planter, från samma plantparti.

Bilagor 5.1. och 13.2. visar att på ytorna S.949—50 samt S.1011—12 inträffade den stora plantavgången i huvudsak efter 2:a vegetations- periodens slut och fram till 3:e vegetationsperiodens slut. Å ytor S.943 och S.948 har det varit en i stort sett jämn plantavgång efter 1:a vege- tationsperioden. Den tidiga avgången på ytor S.943 och S.948 förklaras av att endast dessa ytor utsattes för sorkskador 1961—1962, jfr BÄR- RING (1963 a).

Vattenståndsmätning utfördes av skogvaktare SVEN ANDERSSON, Boxholms Bruk, å ytor S.949—50 samt S.1011—12 under den snöfria delen av perioden 4 juni 1964—24 september 1965.

Mätningen skedde i 0,8—1 m djupa hål (diameter ca 2 dm) belägna i 5

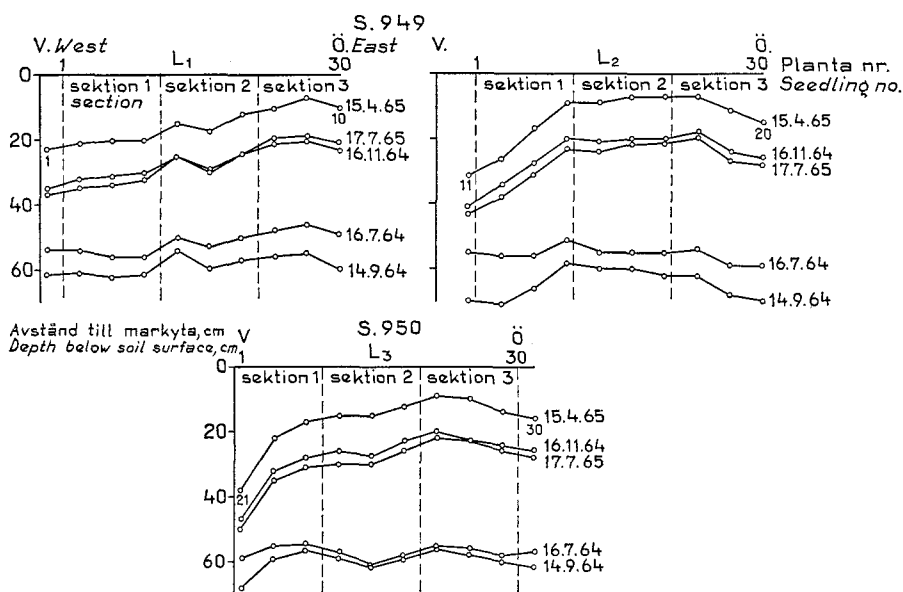


Fig. 13.5. Grundvattenprofilerna L_1 — L_3 vid några utvalda mättillfällen, jfr fig. 13.4.

Sections along lines L_1 — L_3 , showing depth to watertable at selected recording times, cf. Fig. 13.4.

med plantraderna parallella linjer, 2 linjer (L_1 , L_2) å yta S.949 samt 1 linje (L_3) å yta S.950, se fig. 13.4. I varje linje å ytor S.949—50 upptogs 10 hål med ca 4,5 m inbördes avstånd; å ytor S.1011—12 upptogs 5 hål utefter en linje på varje yta med ett inbördes avstånd av ca 9 m mellan hålen. Avståndet till vattenytan mättes till närmaste cm från en i markytan över hålet anbringad träribba.

Nederbördsräkning, fig. 13.6., vilken även ombesörjdes av skogvaktare S. ANDERSSON, utfördes på en lokal belägen ca 2 km från försöksytorna.

Fördelningen av den till och med 3:e vegetationsperioden summerade plantavgången inom olika delar av försöksytorna S.949—50 undersöktes genom att ytorna indelades i 3 lika stora delar, vinkelrätt mot plantraderna, fig. 13.4.

Plantavgången för försöksleden med herbicidanvändning är rätt tydligt koncentrerad till försöksytornas fuktigare delar, jfr fig. 13.4.—5., medan avgången för »obehandlade» planter ej ger så stort utslag för markfuktigheten. Inom försöksytornas torraste delar, närmast utfallsdiket, föreligger knappast skillnad i plantavgång mellan planter i vegetationen och planter i herbicidfläckar. Variansanalys med fig. 13.4. som underlag, tab. 13.7., visar, förutom att signifikativa block- och sektionsskillnader föreligger, att skillnaden mellan obehandlat och

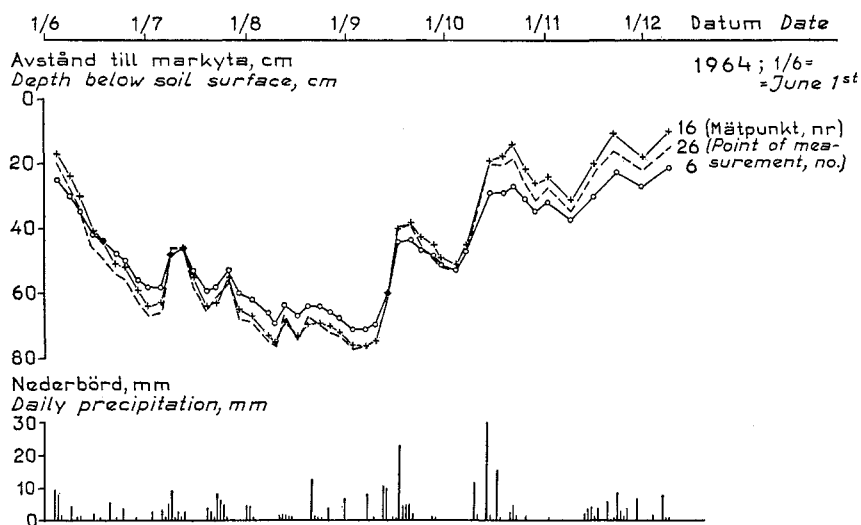


Fig. 13.6. Grundvattennivåns variation under tiden den 1 juni—8 december 1964 i mät-punkter belägna mitt på linjerna L_1 — L_3 i fig. 13.4. Nederbörd uppmättes på lokal belägen ca 2 km från ytor S. 949—50.

Variation in water-table between 1 June and 8 December 1964, at points on the line L_1 — L_3 , shown in Fig. 13.4. Precipitation was measured at a station about 2 km from plots S. 949—50.

Tab. 13.7. Ytor S. 949-50. Variansanalys med fig. 13.4. som underlag.

Plots S. 949—50. Analysis of variance, based on Fig. 13.4.

Variation	Frih.- grader	Kvadrat- summa	Medel- kvadrat
Mellan block	9	59,36	6,60
" sektioner	2	56,49	28,25
" obeh. - herbic.	1	12,33	12,33
" herbicider	3	3,13	1,04
Samspel			
block - sektioner	18	56,84	3,16
" - (obeh. - herbic.)	9	12,31	1,37
" - herbicider	27	57,03	2,11
sekt. - (obeh. - herbic.)	2	7,82	3,91
" - herbicider	6	8,12	1,35
Fel	72	120,06	1,67
Summa	149	393,49	-

$$\frac{6,60}{1,67} = 3,952^{***}; \quad \frac{28,25}{1,67} = 16,916^{***}; \quad \frac{12,33}{1,67} = 7,383^{**};$$

$$\frac{12,33}{3,91} = 3,153; \quad \frac{2,16}{1,67} = 1,892^*$$

herbicidbehandling är signifikativ med $P < 0,01$. Samtliga samspel utom samspelet mellan block och sektioner är insignifikativa. I variansanalysen behandlades båda ytorna som ett försök.

Den skillnad som förefinns mellan obehandlat och herbicidanvändning torde som framhållits till huvudsaklig del bero på att planter i herbicidfläckar reagerat starkare negativt än »obehandlade» planter för högt vattenstånd i marken eller för faktor som samvarierar med

Tab. 13.8. Yta S 1012. Blockvis antal levande plantor efter 3 vegetationsperioder jämte medelvärde. Medelfel beräknat från variansanalys. Borrplantering. Gran.

Plot S. 1012. Number of living seedlings, by blocks, after three growing seasons, and average. Mean error calculated from analysis of variance. Auger planting. Spruce.

Herbicide	Dos., kg/ha	Block					Medelvärde
		A	B	C	D	E	Mean
		Antal levande plantor					
No. live seedlings							
Obehandlat	0	23	30	28	25	30	27,2 ± 1,5
Dalapon	20	22	24	26	29	27	25,6 ± 1,5
Amitrol	20	21	22	28	30	29	26,0 ± 1,5
Simazin	20	17	18	12	9	19	15,0 ± 1,5***
Atrazin	20	15	17	17	16	13	15,6 ± 1,5***

vattenståndet. Här skall ej ett möjligt orsakssammanhang beröras, blott hänvisas till 13.2.2., där det framgår att markfuktigheten synes vara av betydelse för jordherbicidens inträngning i marken.

Bladherbicer är endast representerade på den ena av ytorna, S.950. På ytan var plantorna oskyddade vid besprutning med herbiciden ifråga, dalapon 20 kg/ha. Trots detta blev emellertid överlevelseprocenten efter 3 vegetationsperioder för plantor i dessa herbicidrutor lika stor som för plantor på obehandlad mark och följaktligen större än för plantor i vegetation besprutad med jordherbicer.

På ytan S.1012 på samma mosskomplex som ytor S.949—50 användes 2 blad- och 2 jordherbicer, jfr tab. 13.6. och tab. 13.8., varvid plantorna skyddades vid användning av bladherbiciderna. Tabell 13.8. visar blockvis antal levande plantor efter 3 vegetationsperioder för alla herbicer i doseringen 20 kg/ha. Tabellen och i denna angivna, och från variansanalys beräknade, genomsnittliga medelfel ger resultatet att bladherbiciderna uppvisar signifikativt, $P < 0,001$, fler levande plantor än jordherbiciderna. Mellan obehandlad kontroll och bladherbicer är skillnaden i antal levande plantor insigifikativ.

De tidigare nämnda vattenståndsmätningarna på ytor S.1011—12 visar samma bild beträffande fluktuationerna i vattenståndet som ytor S.949—50. Mätningarna visar vidare att vattenståndet är något högre å de förstnämnda ytorna samt att på dessa ytor grundvattnet når något högre på yta S.1012 än på S.1011.

Tyvärr föreligger inga vattenståndsmätningar på övriga ytor på mossen, S.943 och S.948. Med hänsyn till ytornas belägenhet, jfr BÄRRING (1963), fig. 14, torde emellertid kunna antagas att grundvattenytan är lägre på ytor S.943 och S.948 än å övriga ytor på mossen. Ytor S.949—50 och S.1011—12 torde överhuvudtaget tillhöra de sämst dränerade ytorna i undersökningen.

Av vad som framkommit förefaller det som om jordherbicer på

något sätt utövat ett negativt inflytande på plantors överlevande på ytor S.949—50 och S.1011—12. Bladherbicider synes däremot inte nämnvärt ha sänkt överlevelseprocenten. Ytterligare resultat som pekar i samma riktning framlägges i fortsättningen. Den skillnad som visat sig bestå mellan blad- och jordherbicider i diskuterat avseende kan tänkas bero på att de förra herbiciderna snabbare inaktiveras i jord än de senare, jfr 13.2.2.

I fortsättningen kommer ytterligare jämförelser att anställas i hela materialet mellan plantering med och utan användning av herbicider. Det torde få anses rimligt att därvid endast medtaga herbicider under förhållanden då de är lämpade för användning. Då det här framkommit att jordherbicider inte synes vara lämpade för användning på i första hand dåligt dränerade torvmarker uteslutes ytor S.949—50 samt S.1011—12 i vissa fall i fortsättningen. I tab. 13.5. har som nämnts värden för jordherbicider uträknats även efter denna uteslutning.

13.5.2. Vegetationen

Tidigare framhölls att tillväxtstimuleringen av jordherbicider ej var märkbar på vissa lokaler, som vid behandling var vegetationsfria, på samma sätt som på lokaler bevuxna med vegetation. För att undersöka förhållandet utvaldes ytor belägna nära varandra på snarlika jordarter samt planterade vid samma tidpunkt med plantor från samma plantparti, tab. 13.9. och uppställningen nedan. Vidare ingår endast ytor vilka under åtminstone två vegetationsperioder skonats från kalamiteter som påverkat höjdtillväxten. Det vegetationsfria tillståndet var en följd av sen brukning, jfr bil. 5.1. Endast för atrazin och amitrol+diuron kan frågeställningen belysas på följande ytor:

Vegetationsbevuxen Vegetation at treatm.		Vegetationsfri No vegetation at treatm.		Avstånd mellan ytor, km Distance, km, between plots
Yta Plot	V.r.s. ₂₅	Yta Plot	V.r.s. ₂₅	
S.1026	3,0	S.1025	2,4	2
S.1067	2,1	S.1068	1,3	2
S.1080	2,1	S.1078	1,7	15

Ytor S.1025—26 är 3 år gamla¹⁾, övriga 2 år¹⁾. Å ytor S.1025 och S.1078 infann sig en betydande ogräsflora redan första vegetationsperioden; därav de relativt höga värden på V.r.s.₂₅, jfr Kap. 18. Jordarten är lera på samtliga ytor. Från tab. 13.9. beräknades differensen

¹⁾ Vid revisionen 1965, jfr Inledningen.

Tab. 13.9. Borrplanterade granplantors reaktion efter herbicidbesprutning dels på länge gräsbevuxna ytor (S. 1026, S. 1067 och S. 1080), dels på närbelägna vegetationsfria stubbåkrar (S. 1025, S. 1068 och S. 1078). Plantor från samma plantparti å samhörande ytor, jfr bil. 5.1.

Reaction of auger planted spruce following herbicide spraying, partly for plots with tall grass (S. 1026, S. 1067, S. 1080) and partly for plots on nearby bare stubble fields (S. 1025, S. 1068, S. 1078). Seedlings from same planting lot compared on related plots, cf. Appdix. 5.1.

Herbicide	Dos., kg/ha Dose, kg/ha	Vegetationsbevuxen Vegetation at treatment					Vegetationsfri No vegetation at treatment				
		Yta Plot	Ö _{p1}	Ö _{p2}	H ₁ -H ₀	H ₂ -H ₀	Yta Plot	Ö _{p1}	Ö _{p2}	H ₁ -H ₀	H ₂ -H ₀
Atrazin	0	S.1026	98,0	92,7	6,1	15,6	S.1025	99,3	95,3	6,7	10,4
	15		99,3	99,3	7,1	18,5		99,3	96,6	5,7	9,2
	0	S.1067	100,0	100,0	4,6	7,0	S.1068	100,0	100,0	4,7	8,6
	10		100,0	100,0	6,3	14,9		100,0	100,0	5,0	8,9
	0	S.1080	99,3	98,7	5,2	10,0	S.1078	100,0	99,3	4,3	9,1
	10		99,3	99,3	7,6	20,7		99,3	98,7	4,2	10,8
Amitrol + diuron	0	S.1067	100,0	100,0	4,6	7,0	S.1068	100,0	100,0	4,7	8,6
	20		100,0	100,0	5,9	14,4		100,0	100,0	4,9	8,2
	0	S.1080	99,3	98,7	5,2	10,0	S.1078	100,0	99,3	4,3	9,1
	20		100,0	100,0	6,6	20,2		100,0	99,3	4,1	12,2

herbicide-behandlat i överlevelseprocent och tillväxt efter 2 vegetationsperioder, uppställningen nedan:

Herbicide	Vegetationsbevuxen Vegetation at treatm.			Vegetationsfri No vegetation at treatm.		
	Yta Plot	Ö _{p2}	(H ₂ -H ₀)	Yta Plot	Ö _{p2}	(H ₂ -H ₀)
Differens herbicide-behandlat Difference herbicide-control						
Atrazin	S.1026	6,6	2,9	S.1025	1,3	-1,2
	S.1067	0	7,9	S.1068	0	0,3
	S.1080	0,6	10,7	S.1078	0,6	1,7
Amitrol + diuron	S.1067	0	7,4	S.1068	0	-0,4
	S.1080	1,3	10,2	S.1078	0	3,1
	M:	1,5	7,8	M:	0,4	0,7

Det framgår tydligt att plantors höjdtillväxt avsevärt ökat av herbicidanvändning på vid behandling vegetationsbevuxna ytor, medan höjdtillväxten närmast var opåverkad på vid behandling vegetationsfria ytor. Medeldifferensen i höjdtillväxt blir $7,1 \pm 0,8$ cm. Överlevelseprocenten synes ha påverkats mindre.

Tab. 13.16. visar att för atrazin har en reaktion i tillväxt infunnit sig på de »vegetationsfria» ytorna S.1068 och S.1078 — opåverkade av kalamiteter — under 3:e vegetationsperioden. Även för amitrol+diuron skedde en liknande reaktion. För båda herbiciderna tillsammans uppgick medelökningen (H₃-H₀) gentemot obehandlat till 4,5 cm på de två ytorna. På vegetationsbevuxna jämförelseytor S.1067 och S.1080 blev motsvarande medelökning

14,0 cm för de två herbiciderna, d. v. s. en förstärkning av skillnaderna mellan de två ståndortstyperna från 2:a till 3:e vegetationsperioden.

Huruvida den skillnad som här berörts beträffande höjdtillväxten efter herbicidanvändning å vegetationsklädda och vegetationsfria ytor även gäller andra jordarter än leror utan mullrikt matjordslager kan ej belysas av materialet. Särskilda undersökningar är nödvändiga för utredning av denna fråga.

Att granplantor synes utsättas för vissa påfrestningar vid användning av atrazin på vegetationsfria ytor å lerjordar utan särskilt mullrikt matjordslager framgår av planteringsresultat å yta S.1076, uppställningen nedan. Ytan är belägen på en kompakt lera å vilken vete skördats hösten 1962, året före försöksutläggning.

S.1076

		Obehandlat Control	Atrazin 10 kg/ha 20 kg/ha	
Plantvitalitet	1963	4,5	4,4	3,9
Plant vigour				
Överlevelseprocent	1963	98,0	94,0	89,3
Survival, per cent	1964	70,0	74,7	52,0
	1965	69,3	72,7	50,7
Höjdtillväxt, cm	1963	2,7	1,6	1,3
Height increm., cm	1963—1964	2,4	2,9	1,8
	1963—1965	8,0	8,7	6,1

Plantorna synes ha påverkats av herbiciden under behandlingsåret, vilket framgår av den successiva försvagningen av höjdtillväxten samt ökad plantavgång med ökad dosering. Försvagning av plantkonditionen var även iakttagbar vid revisionen 1963 och orsakade en nedklassning av plantvitaliteten i försöksledet med atrazin i doseringen 20 kg/ha. Det förefaller som om denna dosering inneburit ett överskridande av en toleransgräns. På grund härav har i tab. 13.5. medelvärden även beräknats för atrazin 20 kg/ha med uteslutande av ytan.

Med hänsyn till jordherbicidernas egenskaper, 13.2.2., kan antagas att deras inträngning i marken underlättas om marken är vegetationsfri, och att därigenom större risker föreligger för skadeverkningar på barrträdsplantor än på vegetationsbunden mark, där en del av använd herbicidkvantitet kan fastna i vegetationen och även inaktiveras av denna, jfr 13.2.2. Detta torde i princip kunna gälla alla svår-lösliga herbicider. Till dess orsakssammanhangen klarlagts och närmare preciseringar kan göras torde resultaten motivera viss försiktighet vid användning av jordherbicider å vegetationsfattiga lokaler, åt-

Tab. 13.10. Skillnad i överlevelseprocent och höjdtillväxt efter 2 och 3 vegetationsperioder mellan planteringsmetod som ger lodrätt placering av rötter och planteringsmetod som ger horisontell placering av rötter. Med och utan herbicidbesprutning. Gran.

Differences in survival percentages and height increment after two and three growing seasons, between seedlings set out by planting methods giving vertical, and those giving horizontal root distribution. Sprayed and unsprayed. Spruce.

Yta Plot	Herbicide	Dose, kg/ha	Differens "lodrätta" rötter - "vågrätta" rötter Difference "vertical" roots - "horizontal" roots							
			Obehandlat				Herbicide			
			$\bar{O}P_2$	$\bar{O}P_3$	(H_2-H_0)	(H_3-H_0)	$\bar{O}P_2$	$\bar{O}P_3$	(H_2-H_0)	(H_3-H_0)
S.1011	Dalapon	20	0,7	-12,0	-0,4	0,0	-2,0	2,0	0,1	-3,8
S.1021	"	"	-8,6	-11,3	-3,3	-2,6	5,3	3,3	0,1	0,2
Medelv. Mean			-4,0	-11,6	-1,8	-1,3	1,6	2,6	0,1	-1,8
S.1011	Simazin	20	0,7	-12,0	-0,4	0,0	-2,0	23,3	1,4	-3,9
S.1031	"	"	8,0	7,3	-3,2	-2,9	9,3	12,0	4,5	6,4
S.1032	"	"	-2,5	-0,8	-0,6	-0,3	4,2	4,2	0,4	1,8
S.1024	Atrazin	10	-0,7	8,0	1,1	-1,9	3,3	-1,3	0,3	-9,3
S.1076	"	"	9,3	14,6	-0,5	-1,2	-10,0	-8,6	-3,0	-3,4
S.1081	"	"	-4,0	-	0,0	-	-0,7	-	0,5	-
S.1024	"	20	-0,7	8,0	1,1	-1,9	3,3	3,3	-0,6	-4,2
Medelv. Mean			1,4	4,2	-0,4	-1,4	1,1	5,5	0,5	-2,1

minstone å tyngre lerjordar, och motivera ytterligare undersökning av doseringens betydelse under dylika förhållanden.

13.5.3. Planteringsmetoden

Som framhållits i 13.2.2. fasthålls vanligen jordherbicer till betydande del i jordens översta lager samt kvarstannar dessutom längre tid i marken än bladherbicer. Frågan uppstår härigenom huruvida planter vid ytlig placering av rötter tolererar herbicer, särskilt jordherbicer, i samma utsträckning som planter vilkas rötter placerats lodrätt och därigenom djupare i marken.

För att något undersöka detta jämfördes på ett antal ytor planteringsmetoder som gav vertikal och horisontell placering av rötter med samtidig användning av simazin, atrazin och dalapon, tab. 13.10. I tabellen avses med »lodrätta» rötter borrhplantering, med »vågrätta» rötter SFI-plantering eller flatrotsplantering (endast ytor S.1031—32). Tabell 13.10. erhöles från tab. 10.1. och bil. 13.2.

Antalet ytor är för få för att säkra slutsatser skall kunna dragas. Det synes emellertid som om större olägenheter ej förelegat av användning av studerade herbicer vid planteringsförfaranden som givit en tämligen ytlig placering av rötter, möjligen med undantag på den fuktiga, i 13.5.1. berörda, ytan S.1011. SFI-planterade planter tillsammans med simazin i 20 kg/ha drabbades på denna yta av avsevärt större plantavgång än borrhplanterade planter med samma herbicid-dosering. För de olika blocken noterades följande antal levande planter vid revision efter 3 vegetationsperioder:

S.1011

	Block				
	A	B	C	D	E
	Antal lev. plantor efter 3 vegetationsperioder No. live seedlings after 3 growing seasons				
Borrpl. + simazin	19	29	19	14	15
SFI-pl. + simazin	17	19	15	9	4

Medeldifferensen blir $6,4 \pm 1,7$, vilket ger $t = 3,765^*$ ($P < 0,02$).

Det har tidigare gjorts troligt, 13.5.1., att jordherbicider ej synes vara lämpliga att använda på fuktiga mossjordar. På bl. a. den endast 100 m från ytan S.1011 belägna ytan S.1012 var plantavgången signifikativt större efter 3 vegetationsperioder för borrhplantering tillsammans med simazin eller atrazin i förhållande till borrhplantering utan herbicidanvändning eller tillsammans med bladherbicider.

Även för SFI-plantering förelåg samma skillnad på yta S.1011, uppställningen nedan, där antal levande plantor efter 3 vegetationsperioder redovisas:

S.1011

	Block					Medelv. Mean
	A	B	C	D	E	
	Antal lev. plantor efter 3 vegetationsperioder No. live seedlings after 3 growing seasons					
SFI-plant.	29	28	26	26	23	26,4
„ + simazin 20 kg/ha	17	19	15	9	4	12,8
„ + dalapon „	26	27	24	12	19	21,6

Resultatet överensstämmer med utslaget på yta S.1012. Att det här dessutom har kunnat visas att ytlig placering av rötter givit upphov till klart större plantavgång än djupare placering av rötter vid användning av jordherbicider på fuktig mossmark stöder den tolkningen att orsaken till plantavgången efter användning av jordherbicider å diskuterade ytor å Lönndalens mosse sannolikt varit att plantorna på grund av den fuktiga ståndorten fått möjlighet att upptaga herbiciderna i skadliga mängder. Säkrare besked kan dock endast erhållas genom närmare undersökningar.

13.6. Jämförelse mellan herbicider

På ett antal ytor jämfördes olika herbicider vid besprutning runt borrhplanterade plantor, tab. 13.11. Med ledning av resultat på enskilda

Tab. 13.11. Förteckning över ytor vilka omfattar jämförelse av olika herbicider.
List of plots on which different herbicides were compared.

Herbicidjämförelse Herbicide comparisons	Dos., kg/ha Dose, kg/ha	Ytor Plots
	Gran Spruce	
Amitrol - dalapon	20, 20	S.1012, S.1015-i6
" - "	40, 40	" "
" - "	40, 20	S.1017, S.1021-22
Simazin - atrazin	10, 10	S.942, S.949-50, S.1024, S.1070, S.1074
" - "	20, 20	S.886, S.949-50, S.1012-13, S.1017, S.1020, S.1023-24
Dalapon - atrazin	20, 20	S.886, S.1012-13, S.1017, S.1020, S.1023
" - "	15, 10	S.1065, S.1075, S.1077
Amitrol + diuron - atrazin	20, 10	S.1064-65, S.1067-69, S.1075, S.1077-82, S.1084, S.1191-96
Amitrol + diuron - dalapon - atrazin	20, 15, 10	S.1065, S.1075, S.1077
	Tall Pine	
Simazin - atrazin	10, 10	S.1070, S.1074
Simazin - atrazin - amitrol	15, 15, 20	S.1027
Dalapon - atrazin	15, 10	S.1070
Amitrol + diuron - atrazin	20, 10	S.1068

ytor, bil. 13.2., beräknades medelvärden för överlevelseprocent, höjdtillväxt, plantmedelhöjd vid plantering, V.r.s. och besprutningseffekt i olika jämförelser, tab. 13.12. För att erhålla ett större underlag sammanslogs doseringar vid t-test av differenser mellan herbicider. Erhållna P-värden redovisas i tabellen. Då det av 13.4.3. framgår att planteringsresultatet i genomsnitt blivit bättre med herbicidanvändning än utan, redovisas här ej värden för obehandlat i olika jämförelser. Av skäl som framgår av 13.5.2. uteslöts ytan S.1012 i jämförelsen dalapon-atrazin.

Herbicidjämförelserna är i allmänhet utförda under ett flertal år, jfr tab. 13.11. och bil. 5.1.

Det framgår av tab. 13.12. att de båda bladherbiciderna amitrol och dalapon varit tämligen likvärdiga vad det gäller planteringsresultatet efter 3 vegetationsperioder. Dalapon har emellertid i medeltal givit bättre besprutningseffekt än amitrol även med avsevärt mindre dosering. Skillnaden mellan herbiciderna är dock insignifikativ.

Av de båda jordherbiciderna gav atrazin efter 3 år för såväl tall som gran med simazin likvärdigt resultat vad beträffar överlevelseprocenten. Höjdtillväxten var för gran något bättre efter atrazinanvändning, $P < 0,1$, än efter simazinanvändning; för tall likartad. När det gäller effekten på vegetationen efter en vegetationsperiod visade sig emellertid atrazin klart bättre än simazin, $P < 0,001$.

Dalapon och atrazin i doseringarna 20 kg/ha gav efter 3 år i stort sett likvärdigt planteringsresultat för gran. På några ytor, där dalapon

Tab. 13.12. Planteringsresultat och besprutningseffekt vid jämförelse av herbicider, jfr tab. 13.11. Borrplantering.

Results of planting and effect of spraying for plots on which herbicides were compared, cf. Table 13.11. Auger planting.

Herbicide- jämförelse Herbicide comparisons	Dos., kg/ha Dose, kg/ha	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	P för diff. ö _{p3}	H ₀	H ₁ -H ₀	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀	H ₅ -H ₀	P för diff. H ₃ -H ₀	V.r.s.		E ₁	E ₂	P för diff. E ₁	Antal jämförelser No. of comparisons				
													Veg.per.					Veg. perioder				
													Grow. seas.					Growing seasons				
													1	2				1	2	3	5	
Gran. Spruce.																						
Amitrol	20	98,9	69,3	76,4	63,3	>0,2	30,6	4,2	2,2	9,6	23,9	>0,2	1,9	2,2	4,0	1,6	>0,2	3	3	2	1	2)
Dalapon	"	98,4	70,7	79,0	62,0		30,0	4,3	4,4	10,3	27,8		1,6	1,9	5,1	1,9		3	3	2	1	
Amitrol	40	99,1	70,2	77,6	61,3	>0,2	29,9	3,9	2,6	12,0	19,2	>0,2	1,7	1,9	5,7	1,9	>0,2	3	3	2	1	2)
Dalapon	"	98,2	70,7	78,4	52,7		30,4	3,9	-0,7	9,8	25,6		1,4	1,9	6,4	2,6		3	3	2	1	
Amitrol	40	96,2	88,0	75,5	78,0	>0,2	23,8	3,7	3,0	7,0	20,3	>0,2	1,4	2,3	5,8	1,5	>0,2	3	3	3	2	2)
Dalapon	20	96,2	86,4	72,0	71,6		23,3	3,7	1,8	5,4	19,8		1,4	2,7	6,6	1,8		3	3	3	2	
Simazin	10	99,6	97,2	90,2	79,4	>0,2	24,4	5,8	13,4	24,9	56,3	<0,1	1,4	1,3	3,4	1,2	<0,001	6	6	6	3	2)
Atrazin	"	99,4	97,2	89,8	80,4		25,2	5,6	12,7	26,0	60,8		1,2	1,2	4,6	1,6		6	6	6	3	
Simazin	20	97,8	90,7	76,8	50,2	>0,2	25,2	3,8	8,3	15,0	33,6	<0,1	1,9	1,9	5,4	2,4	<0,001	9	9	9	7	2)
Atrazin	"	97,3	89,2	76,7	52,9		25,7	3,6	8,5	16,0	36,4		1,7	1,9	6,8	2,6		9	9	9	7	
Dalapon	20	98,7	88,9	77,3	59,5	>0,2	23,9	2,1	6,3	11,6	31,9	<0,2	1,9	2,6	4,4	1,2	<0,001	5	5	5	3	2)
Atrazin	"	95,6	85,2	75,9	58,0		23,2	2,8	8,3	13,6	35,0		2,3	2,5	6,1	2,7		5	5	5	3	
Dalapon	15	98,7	27,6	21,0		>0,2	21,9	3,6	1,4	11,7		<0,2	1,2	1,2	1,6	1,2	<0,001	3	2	2		2)
Atrazin	10	98,9	62,0	55,6			21,4	3,6	4,2	12,8			1,3	1,2	6,2	2,7		3	2	2		
mitrol+diuron	20 ¹⁾	97,2	82,9	50,6		>0,2	25,0	5,0	9,2	14,8		<0,2	1,3	1,3	5,3	2,3	<0,2	19	9	2		2)
Atrazin	10	98,5	83,4	55,6			25,2	5,1	9,4	12,8			1,1	1,3	5,9	2,7		19	9	2		
mitrol+diuron	20	98,5	50,7	50,6		>0,2	21,4	3,8	4,8	14,8		<0,2	1,2	1,4	6,0	1,7	<0,2	3	2	2		2)
Dalapon	15	98,7	27,6	21,0			21,9	3,6	1,4	11,6			1,2	1,2	1,6	1,2		3	2	2		
Atrazin	10	98,9	62,0	55,6		>0,2	21,4	3,6	3,1	12,8		<0,2	1,3	1,4	4,2	1,9		3	2	2		
Tall. Pine.																						
Simazin	10	99,4	96,6	96,4		>0,2	5,5	6,6	26,1	43,4		<0,1	1,6	1,4			<0,001	2	2	2		2)
Atrazin	"	99,6	99,0	99,0			5,5	6,0	27,0	45,2			1,4	1,3				2	2	2		
Simazin	15	98,3	94,2	91,7		>0,2	11,5	11,5	27,8	54,0		<0,1	1,0	1,0	7,8	3,9	<0,001	1	1	1		2)
Atrazin	"	96,7	93,0	93,3			11,2	10,2	25,1	51,8			1,0	1,0	8,1	3,5		1	1	1		
Amitrol	20	100,0	99,2	89,2		>0,2	11,0	11,3	23,6	46,6		<0,1	1,2	1,2	1,2	0,3	<0,001	1	1	1		2)
Dalapon	15	99,3	94,0	92,7			5,3	6,7	23,8	42,0			1,1	1,1				1	1	1		
Atrazin	10	99,3	98,7	98,7		>0,2	6,0	7,2	28,1	46,4		<0,1	1,0	1,0				1	1	1		
nitrol+diuron	20	97,5	95,0			>0,2	14,3	7,8	21,5			<0,1	1,0	1,1			<0,001	1	1	1		2)
Atrazin	10	98,3	96,7				14,5	6,9	19,8				1,0	1,3				1	1	1		

1) En yta med 15 kg/ha ingår. One plot with 15 kg/ha is included.

2) Antal jämförelser avser överlevelseprocenten (ö_p). På enstaka ytor saknas höjdjämförelse

No. of comparisons refers to survival percentage (ö_p). On some plots height comparisons are absent

användes i doseringen 15 kg/ha och atrazin i 10 kg/ha, var emellertid skillnaden i överlevelseprocent till atrazins förmån betydande. Ytorna ifråga utsattes för svåra vårvinterskador 1964, av vilka planter i dalaponfläckar drabbades i avsevärt större utsträckning än planter i atrazinfläckar, jfr vidare Kap. 16. Besprutningseffekten efter en vegetationsperiod var signifikativt bättre för atrazin än dalapon, $P < 0,001$.

När det slutligen gäller jämförelsen kombinationsherbiciden amitrol + diuron och atrazin blev planteringsresultatet för tall och gran tämligen likvärdigt. Atrazin i 10 kg/ha gav i medeltal något bättre effekt på vegetationen efter en vegetationsperiod än amitrol + diuron i 20 kg/ha. Skillnaden var dock ej signifikant.



Fig. 13.7. Exempel på vegetationsförändring i herbicidbesprutad fläck.
Examples of vegetation changes on herbicide-sprayed patch.

De resultat som tidigare framkommit angående olika herbiciders inverkan på planteringsresultat och vegetation bestyrkes således i stort sett här.

Liksom tidigare framgått, framgår det av tab. 13.12. att vegetation relativt snabbt vandrar in i herbicidfläckarna. Olika herbiciders inverkan på vegetationen beröres i 13.7.

13.7. Några faktorerers betydelse för besprutningseffekten

13.7.1. Vegetationen

Växters resistens gentemot herbicider varierar, jfr t. ex. MONTGOMERY et al. (1965). Vid behandling av vegetation intages därför ej sällan frilagd areal mer eller mindre av motståndskraftiga arter, jfr fig. 13.7. Mycket sällan uppnås en sådan effekt att marken är helt fri från ovidkommande vegetation, inte ens under 1:a vegetationsperioden.

Under fältarbetet till undersökningen konstaterades att vegetationsförändringar som i fig. 13.7. mycket vanligt förekom i herbicidrutor.

För att undersöka använda herbiciders effekt på varierande vegetation upplades besprutningseffekten efter 1:a vegetationsperioden över den i bil. 5.2. angivna procentuella täckningen av gräs på ytorna. Representerativa samband framgår av fig. 13.8. Endast försöksled med borrhälsplantering och normalt besprutningsförfarande omnämnt under punkt 1 och 2 i 13.3.1. ingår i fig. 13.8.

Sprutningseffekt
Spray effect

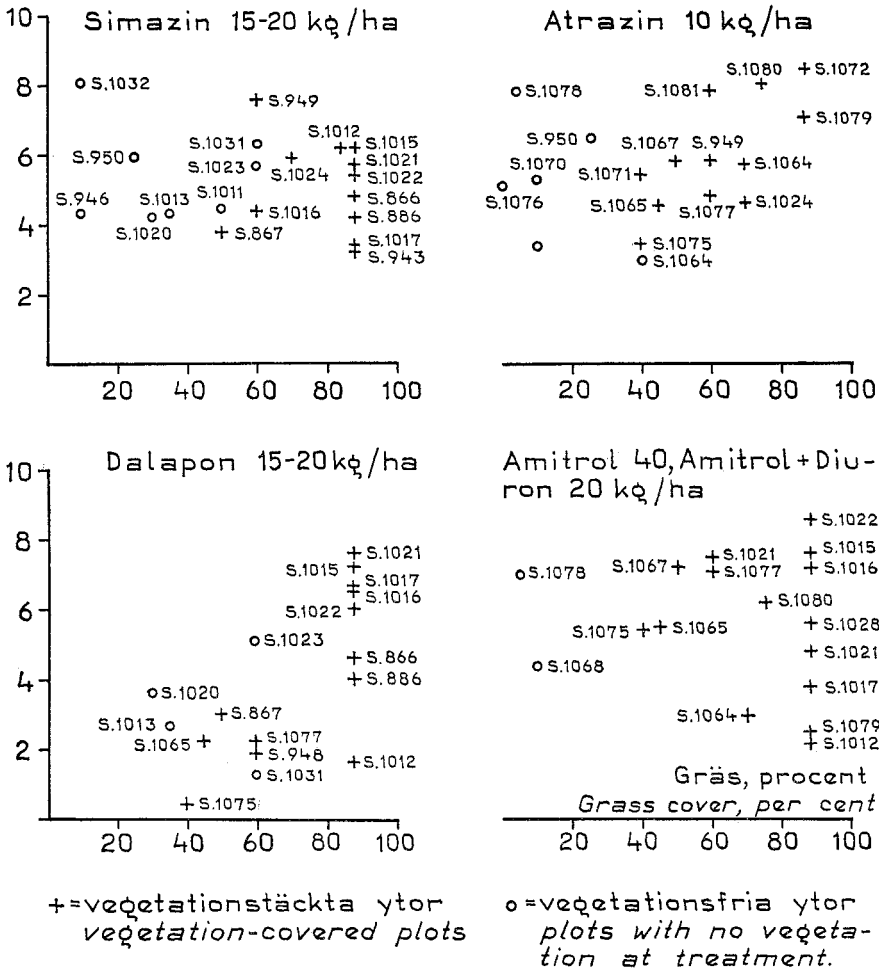


Fig. 13.8. Besprutningseffekt (E_1) för olika herbicider upplagd över gräsförekomst på hösten efter 1 vegetationsperiod.

Spray effect (E_1) for various herbicides, shown in relation to the occurrence of grass in the autumn, after one growing season.

I figuren urskiljes vidare vid besprutning vegetationsfria och vegetationsklädda ytor. Då vegetationens täckningsgrad å flertalet av de senare ytorna är 100 procent erhålles således lätt täckningsgraden för örter. För att er- hålla ett större material beträffande amitrolherbiciden medtogs även dose- ringen 40 kg/ha för amitrol utan diuron. Doseringen 40 kg/ha valdes för att i någon mån kompensera diuroninnehållet i kombinationsherbiciden.

Beträffande atrazin och dalapon förefaller det som om besprutnings-

Sprutningseffekt Spray effect

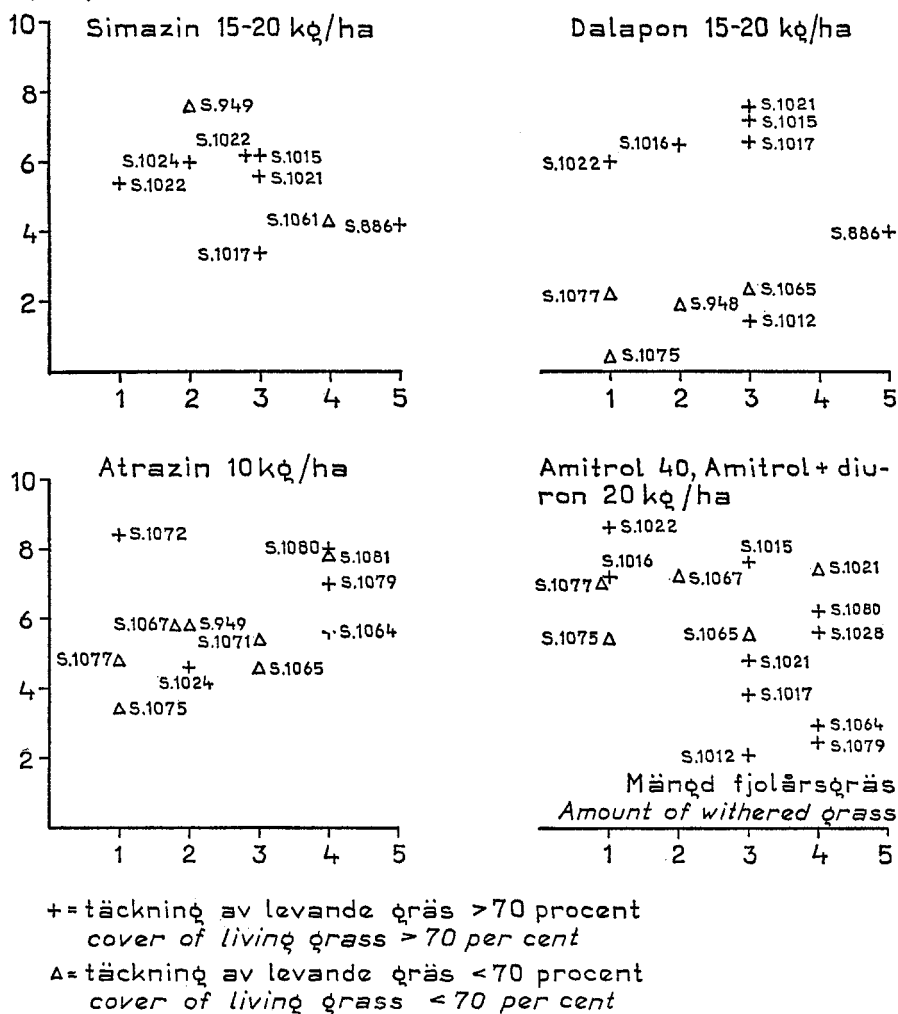


Fig. 13.9. Besprutningseffekt (E_1) för olika herbicider upplagd över förekomst av nedvissnad fjölårsvegetation vid besprutningstillfället, jfr 4.3.

Spray effect (E_1) for various herbicides, shown in relation to the occurrence, at the time of spraying, of withered vegetation from the previous year, cf. 4.3.

effekten skulle ha ökat med tilltagande andel gräs å de vid besprutning vegetationsklädda ytorna, medan simazin och amitrolherbiciderna uppvisar en oenhetlig bild. För simazin är tendensen närmast motsatt den för atrazin och dalapon. Amitrolherbiciderna uppvisar en mycket stor spridning. Om materialet analyseras vidare med hjälp av bilagor 5.1.

och 13.2. med hänsyn till förekomst av nedvissnad vegetation vid besprutning, huvudsakligen gräs, erhålles fig. 13.9., jfr 4.3. I fig. 13.9. medtogs endast vid besprutning vegetationstäckta ytor.

Figur 13.9. ger i stort sett samma bild som fig. 13.8. Naturligtvis bör också en betydande korrelation råda mellan abskissorna i de båda figurerna. I figur 13.9. är emellertid till en del den variationsanledning som i fig. 13.8. kan tänkas härledas från nedvissnad fjolårsvegetation eliminerad.

För såväl simazin som amitrolherbiciderna synes en klar tendens föreligga till avtagande besprutningseffekt med tilltagande mängd nedvissnad fjolårsvegetation. Atrazin uppvisar ej lika klart en sådan tendens, medan materialet för dalapon ej ger något bestämt utslag. För atrazins vidkommande kan till och med utläsas en positiv korrelation mellan besprutningseffekt och förekomst av nedvissnad fjolårsvegetation. Detta utslag är sannolikt skenbart. Av fig. 13.9. framgår nämligen att de örtrika ytorna, där nedvissnad fjolårsvegetation vanligen varit mindre riklig än å de gräsrika ytorna, även uppvisat tämligen låg besprutningseffekt. Om nu det antagandet göres att atrazin haft mindre god effekt på vissa örter kan således det skenbara sambandet ha uppkommit. I själva verket torde detta vara förklaringen till sambandet. Atrazin synes nämligen, som senare skall visas, ha en mindre god effekt på vissa örter, såsom maskros och revsmörblomma, vilka örter i betydande omfattning inkommit i herbicidfläckar å ytor, vilka grupperar sig med relativt låga besprutningseffekter. För dalapon framträder den svaga besprutningseffekten på de örtrika ytorna, vilket bekräftar i 13.1. och 13.2.2. framhållna utländska erfarenheter att dalapon synes vara en typisk gräsherbicid, jfr även fortsättningen.

Beträffande tolkningen av den nedvissnade vegetationens betydelse då det gäller simazin- och amitrolherbiciderna kan denna bli olika för de båda herbicidtyperna. Med tanke på simazins egenskaper, 13.2.2., förefaller det erhållna sambandet realistiskt. För amitrolherbicidernas vidkommande torde snarast den omständigheten ha spelat in att det utväxande gräsets slutenhet och längd samvarierar med förekomsten av nedvissnad fjolårsvegetation. Då herbiciderna till största delen består av en bladherbicid kan således en otillräcklig upptagning av herbiciden utgöra förklaring till fjolårsvegetationens betydelse. Materialet medger ej en närmare utredning av hur härmed förhåller sig.

Av fig. 13.9. framgår vidare att amitrolherbiciderna givit en bättre effekt än atrazin på en del örtrika ytor, där båda herbiciderna användes (S.1065, S.1067, S.1075, S.1077).

Även andra faktorer än nu berörda kan ha påverkat besprutningens

Tab. 13.13. Procentuell fördelning efter 1 vegetationsperiod av herbicidbesprutade fläckar med dominerande växter i fläckarna.

Percentage distribution of patches sprayed with herbicide, and the plants dominant on such patches after one growing season.

Yta Plot	Herbicide	Arter Species						
		Gräs Grass	Mask- ros	Rev- smör- blomma	Rülleka	Åker- tistel	Alsike- klöver	Andra örter Other herbs
S.1065	Atrazin	77,3		3,3		11,3		8,1
	Dalapon	10,7		19,5	51,7	1,3		16,8
	Amitrol+diuron	77,3			2,7	9,3		10,7
S.1067	Atrazin	31,8	16,2	39,2	0,7	2,7		8,7
	Amitrol+diuron	36,2	4,0	26,8	2,0	4,0	2,0	23,0
S.1075	Atrazin	6,0	19,3	53,3				21,4
	Dalapon	2,7	74,0				0,7	22,6
	Amitrol+diuron	39,3	12,0	21,3	0,7		0,7	26,0
S.1077	Atrazin	0,7	71,3	16,7				11,3
	Dalapon		26,7	26,0	4,6			42,7
	Amitrol+diuron	2,7	60,8	8,8		0,7	0,7	26,3

Maskros = *Taraxacum* sp.; revsmörblomma = *Ranunculus repens*;
rülleka = *Achillea millefolium*; åkertistel = *Cirsium arvense*;
alsikeklöver = *Trifolium hybridum*

effekt på vegetationen, jfr 13.2., och givit upphov till förefintlig spridning. Sådana faktorer kan dock ej närmare analyseras i materialet, och nödvändiggör att vad här framkommit om herbiciders inverkan på vegetationen närmast får uppfattas som tendenser som behöver ytterligare utredas. Att nederbörd kort tid efter besprutning i högre grad bidragit till spridning förefaller osannolikt enligt vad under 13.4. omtalade anteckningar utvisar. I detta sammanhang fästes uppmärksamhet på ytan S.1012, fig. 13.8.—9., belägen på en mossstorpjord å Lönn-dalens mosse, jfr 13.5.1. De båda bladherbiciderna amitrol och dalapon har på den fuktiga lokalen givit en svag effekt till skillnad från jordherbiciderna, jfr bil. 13.2. Även på övriga ytor å mossen, S.948 och S.950, är effekten av dalapon dålig. Det är inte uteslutet att bladherbiciderna genom sin stora vattenlöslighet hastigt urlakats på den fuktiga mossen. En mycket god initialeffekt på vegetationen konstaterades nämligen vid besök å ytorna ca 1 månad efter besprutning. På hösten samma år återstod emellertid mycket litet av effekten.

Tabell 13.13. visar vilka arter som efter 1 vegetationsperiod dominerade i herbicidrutorna på de 4 nyssnämnda ytor där amitrol+diuron givit bättre besprutningseffekt än atrazin. Då dalapon använts på 3 av ytorna lämnas uppgifter även för denna herbicid.

För att ytterligare belysa de olika herbicidernas effekt på två av de vanligaste arterna i herbicidrutorna meddelas i uppställningen nedan medelvärdet på besprutningseffekten i rutor där dessa arter, maskros och revsmörblomma, dominerat. Endast ytor där arterna förekommit i rutor till samtliga herbicider medtogs.

Yta	Herbucid	Maskros	Revsmörblomma
Plot	Herbicide	Besprutningseffekt	Spray effect
S.1067	atrazin	7,7	4,4
	amitrol + diuron	7,2	6,2
S.1075	atrazin	4,4	3,1
	dalapon	2,0	0,4
	amitrol + diuron	4,8	6,2
S.1077	atrazin	4,8	4,8
	dalapon	3,0	1,6
	amitrol + diuron	6,8	7,5

De båda örterna visar tydliga tendenser att lättare ha vuxit in eller upp i dalapon- och atrazinfläckar än i fläckar besprutade med kombinationsherbiciden, särskilt gäller detta revsmörblomma. Förhållandet tyder på att arterna är mera resistent mot de förra herbiciderna än mot den senare, jfr tab. 13.13.

13.7.2. Effekten på vegetationen vid besprutning av skyddade och oskyddade plantor

Vid användning av vissa herbicider bör, som tidigare framgått, plantor vid vilka besprutning sker skyddas från kontakt med besprutningsvätska för att skadeverkan på plantor skall undvikas. För ändamålet använd plåtratt hade en bottenarea av ca 2,3 dm². Genom användning av tratten blir ett parti osprutat, varigenom en viss minskning av besprutningseffekten kan bli följden.

Om nu två herbicider jämföres, och om tratt behöver användas endast för ena herbiciden, A, kan härigenom en konstlad skillnad i besprutningseffekt uppkomma. Det är realistiskt att beakta denna skillnad, om besprutningsförfarandet nödvändiggör att plantor behöver skyddas vid val av herbicid A. Om däremot metodiken, såsom t. ex. vid maskinplantering, ej erfordrar att plantor skyddas, erhålles således ej en helt rättvisande bild vid herbicidvalet, om enda underlaget för utvärdering av herbicid A är den effekt som erhållits då tratt använts.

Den inverkan tratten haft på besprutningseffekten av amitrol och dalapon kan undersökas genom att på ett antal ytor besprutning utförts såväl med som utan tratt, jfr tab. 13.1.

Matematiskt utgör den av tratten täckta delen av herbicidrutan ca 5 procent.

Det framgår av tab. 13.14. att besprutningseffekten i genomsnitt nästan är densamma vare sig plantor skyddas eller ej vid besprutning. Några genomgående klart konstaterbara skillnader i effekt på vegetationen mellan applikationsförfarandena har ej kunnat konstateras.

Tab. 13.14. Effekt på vegetationen vid herbicidbesprutning runt skyddade och oskyddade plantor.

Effect on the vegetation of herbicide spraying around protected and unprotected seedlings.

Yta Plot	Herbicide	Dos., kg/ha Dose, kg/ha	Oskyddade plantor Seedlings not protected		Skyddade plantor Seedlings protected	
			E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
S.1015	Dalapon	10	5,1	1,4	5,2	2,0
S. 867	"	20	3,1	3,5	3,0	3,2
S. 886	"	"	4,3	1,6	4,0	1,4
S.1013	"	"	3,4	1,6	2,6	1,9
S.1015	"	"	6,6	2,3	7,2	2,6
S.1022	"	"	6,9	2,2	6,0	1,2
S.1031	"	"	2,5	1,9	1,3	2,0
S.1015	"	40	8,0	2,7	7,8	3,1
S.1015	Amitrol	20	6,4	2,1	6,8	3,1
S.1015	"	40	8,5	3,2	7,7	3,3
M:			5,5	2,2	5,2	2,4

13.8. Om näringstillståndet hos granplantor efter herbicidanvändning

För att undersöka huruvida den konstaterade förbättrade höjdtillväxten för gran efter användning av vissa herbicider kan föras tillbaka på ett förbättrat näringstillstånd hos plantor i herbicidrutor insamlades barrprover från några ytor under 1964—65. Insamlingsmetod, analysmetoder jämte analyserade näringsämnen framgår av 11.6. Provtagningen föranleddes även av under 1964 inträffade vintervinterskador, jfr Kap. 16. Barrprover insamlades den 20—22 oktober 1964 på under våren 1964 anlagda ytor S.1067 och S.1079—80, samt den 8—9 november 1965 på under våren 1965 anlagda ytor S.1191—92. Samtliga ytor var gräsbevuxna vid plantering. År 1965 var insamling planerad även å några vid plantering 1965 vegetationsfria ytor. Genom vinterns tidiga ankomst blev emellertid planerna ej genomförda. På ytor anlagda 1964 insamlades barrprov från plantor i rutor behandlade såväl med atrazin som amitrol+diuron. Å ytor anlagda 1965 skedde insamling endast från plantor i atrazindrutor.

Blockvisa värden på barrprovens innehåll av kväve, kalium, fosfor och magnesium återfinns i bil. 13.3., blockvisa värden jämte medelvärden på höjdtillväxt, 1 och 2 vegetationsperioder efter plantering och besprutning, samt besprutningseffekt efter 1 vegetationsperiod, i bil. 13.4.

Ytvisa medelvärden på barrprovens halt av nämnda näringsämnen jämte från variansanalys av bil. 13.3. framkomna, genomsnittliga medelfel samt signifikanser i jämförelsen behandlat—obehandlat fram-

Tab. 13.15. Medelvärde och medelfel på årsbarrs halt av olika näringsämnen (procent av torrsvikt) hos granplantor borrhplanterade i markyta med och utan efterföljande herbicid-besprutning, jfr bil. 13.3. En vegetationsperiod efter plantering och besprutning.

Average value and mean error for the content of various nutrient elements in the current year's needles of spruce (in per cent of dry weight). Auger planted, with or without subsequent herbicide spraying, cf. Appdix. 13.3. One growing season after planting and spraying. Mean error obtained from analysis of variance. Appdix. 13.3., significance from "T-test".

Yta Plot	Behandling Treatment	Procent				Medelfel			
		N	K	P	Mg	N	K	P	Mg
S.1067	Kontroll	1,46	0,68	0,22	0,11	±0,05	±0,02	±0,007	±0,005
	Atrazin 10 kg/ha	2,14**	0,68	0,26**	0,17**	"	"	"	"
	Amitrol+diuron 20 kg/ha	2,06**	0,73	0,26**	0,17**	"	"	"	"
S.1079	Kontroll	1,29	0,65	0,20	0,11	±0,05	±0,02	±0,01	±0,005
	Atrazin 10 kg/ha	1,84**	0,59	0,17*	0,087*	"	"	"	"
	Amitrol+diuron 20 kg/ha	1,45	0,52*	0,14*	0,082**	"	"	"	"
S.1080	Kontroll	1,34	0,65	0,18	0,095	±0,08	±0,02	±0,007	±0,004
	Atrazin 10 kg/ha	2,13**	0,65	0,22*	0,11	"	"	"	"
	Amitrol+diuron 20 kg/ha	1,85**	0,65	0,19	0,099	"	"	"	"
S.1191	Kontroll	0,91	0,48	0,20**	0,081	±0,03	±0,02	±0,006	±0,004
	Atrazin 10 kg/ha	1,64**	0,69**	0,24**	0,091	"	"	"	"
S.1192	Kontroll	1,17	0,56	0,18	0,46	±0,06	±0,02	±0,005	±0,003
	Atrazin 10 kg/ha	1,62	0,60	0,18	0,44	"	"	"	"

går av tab. 13.15. Variationsanalys utfördes ytvis för varje näringsämne. Vid testning av medelvärden i bil. 13.3. användes T-metod, Kap. 6, varigenom viss gardering erhålles mot risken för falska signifikanser i serier av många jämförelser.

På samtliga ytor ökade kvävehalten i granplantors barr av herbicid-användning i förhållande till plantor å obehandlad mark. Med atrazin var skillnaden signifikant på 1-procentsnivån å samtliga ytor, med kombinationsherbiciden förelåg samma signifikans å 2 av 3 undersökta ytor. För övriga analyserade näringsämnen finns inga klara tendenser. Ibland ökade årsbarrs halt av något näringsämne, ibland inträffade minskning.

Eventuella samband mellan höjdtillväxt 2:a året efter behandling och besprutningseffekt efter 1:a året samt mellan höjdtillväxt 2:a året efter behandling och barrprovns kvävehalt efter 1:a året undersöktes på 1964 anlagda ytor. Dessutom undersöktes på samma ytor eventuellt samband mellan kvävehalt och besprutningseffekt 1:a året efter behandling, fig. 13.10. Punkterna i figuren representerar efter herbicid-användning blockvisa värden. På grund av den ringa spridningen för obehandlade kontrollen, bil. 13.3.—4., inlades endast medelvärde för samtliga block å varje yta i figuren. Regressionslinjernas ekvationer jämte korrelationskoefficienter framgår av figuren.

Figur 13.10. visar en kraftig tillväxtökning för plantor i herbicid-rutor gentemot plantor i gräset. För ytorna på mineraljord, S.1067 och

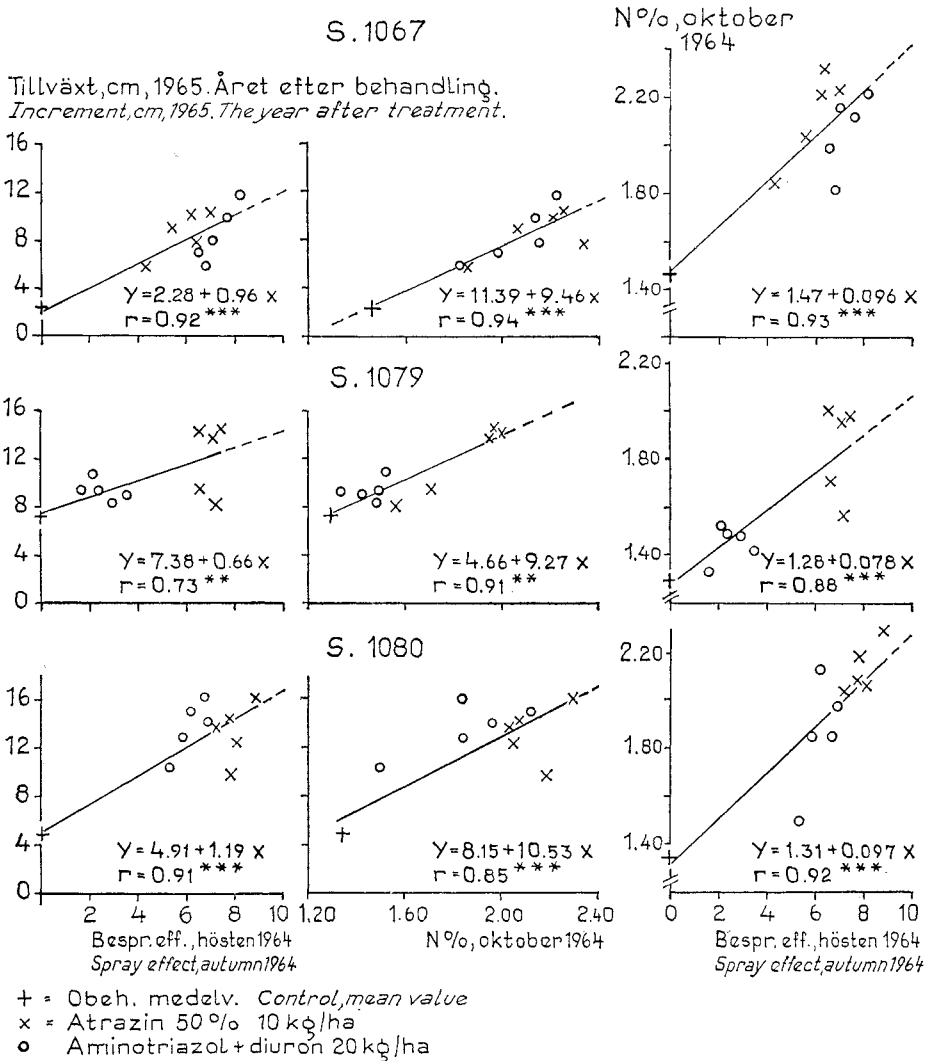


Fig. 13.10. Samband på 1964 anlagda ytor S. 1067 och S. 1079—80 mellan granplantors höjdtillväxt 1965 och effekten på vegetationen av herbicidbesprutning, hösten 1964 samt sambandet tillväxt 1965 — årsbarrs kvävehalt i oktober 1964. Därjämte sambandet besprutningseffekt — kvävehalt hösten 1964. Blockvisa värden utom för obehandlat. Se vidare bil. 13.3.—4. Borrplantering.

Relation between height growth of spruce in 1965 and the effect on the vegetation of herbicide spraying in autumn 1964, for plots S. 1067 and S. 1079—80, laid out in 1964; relation between height growth in 1965 and N content of current year's needles in Oct. 1964; relation between spray effect and N content in 1964. Block values, except for the control. See also Appdx. 13.3.—13.4. Auger planting.

S.1080, är plantornas tillväxt 2:a året efter besprutning 2—3 gånger så stor i herbicidrutor som i gräs. För ytan på torvjord, S.1080, är motsvarande tillväxt ca 50 procent större i herbicidrutorna, jfr bil. 13.4.

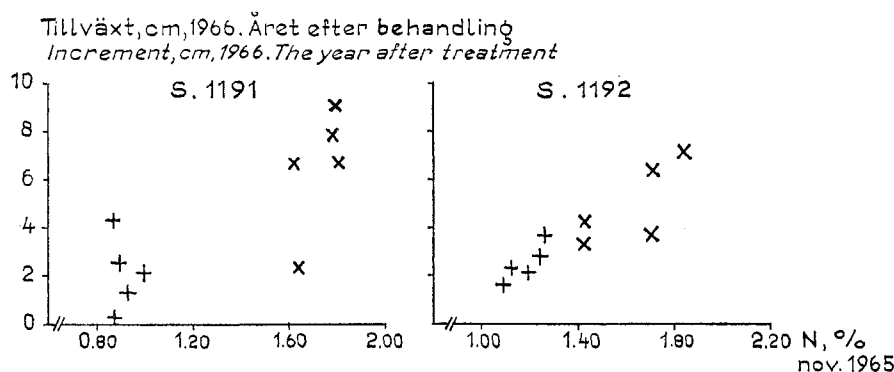


Fig. 13.11. Samband på 1965 anlagda ytor S. 1191—92 mellan granplantors höjdtillväxt 1966 och årsbarrs kvävehalt i november 1965. Blockvisa värden. Se vidare bil. 13.3.—4. Beteckningar enligt fig. 13.10. Borrplantering.

Relation between height growth of spruce in 1966 and the N content of the current year's needles in Nov. 1965, for the plots S. 1191—92, laid out in 1965. Block values. See also Appdx. 13.3.—13.4. Notation as in Fig. 13.10. Auger planting.

Tillväxten visar hög korrelation med barrrens kvävehalt hösten innan. Denna i sin tur synes vara korrelerad med besprutningseffekten vid samma tillfälle.

Genom att endast en herbicid är representerad med barrprov på ytor S.1191—92 och dessutom variation i besprutningseffekt mellan block är tämligen ringa, bil. 13.4., undersöktes på dessa ytor endast samband mellan kvävehalt 1:a året efter plantering och höjdtillväxt 2:a året efter plantering för plantor satta dels i vegetation, dels i herbicidrutor, fig. 13.11. I princip samma samband råder som i fig. 13.10. även om några oregelbundenheter förekommer. Tillväxten för plantor i herbicidrutor var, liksom för plantor å ytorna i fig. 13.10., 2—3 gånger så stor som för plantor i vegetationen.

Barrhalterna enligt tab. 13.15. för försöksledet kontroll överstiger på alla ytor och för samtliga näringsämnen, utom kväve, övre gränsen för det intervall inom vilket tillväxtreaktion kan förväntas av gödsling, HANSSON — HOLMEN — ANDRÉASON (1966). Värdena för kväve befinner sig på ytor S.1191—92 under den gräns då gödslingseffekt kan förväntas, på övriga ytor ligger kvävehalten inom det intervall där någon effekt kan erhållas. Herbicidanvändning höjde i allmänhet kvävehalten till nivåer som befinner sig utom eller nära övre gränsen för att, enligt nämnda källa, effekt av gödsling skall kunna förväntas.

BJÖRKMÄN (1959) ger exempel på att kvävegödning av tall, som härigenom troligen erhållit kväverika barr, medfört skadegörelse av älg, medan obehandlad tall lämnats ifred. På en av ytorna i undersökningen, S.1070, belägen på Tistads gods i Södermanlands län, erhöles viltskador på granplantor under 1:a vinterhalvåret efter försöksut-

läggning. På godset finns en stor viltstam till följd av aktiv viltvård. Skadorna yttrade sig i att årsskotten var avbitna — troligen av hare. Skadorna fördelade sig procentuellt på antal levande plantor på följande sätt på försöksled med gran:

S.1070

Metod Method	Procent avbitna plantor No. seedlings, probably bitten by hare, per cent of seedlings alive
Borrpl., f.ö. obeh.	0,7
SFI-pl., f.ö. obeh.	0,7
Borrpl. + atrazin	37,8
» + simazin	39,3
» + dalapon	13,3

På revisionsprotokollen efter 1:a vegetationsperioden angavs att plantor var grönnare i herbicidrutor än plantor i vegetationen. Mot bakgrund av vad här framkommit rörande ökad kvävehalt i granplantors årsbarr efter herbicidanvändning är det tänkbart att granplantornas årsbarr även på yta S.1070 blivit kväverikare av herbicidanvändning. Detta skulle då kunna förklara harskadornas fördelning och utgöra en parallell till relaterade älgskador.

13.9. Jämförelse mellan plantering med och utan efterföljande herbicidanvändning

Tidigare gjordes jämförelse mellan plantering med och utan användning av herbicider inom herbicider och doseringar. För att erhålla en sammanfattande översikt av betydelsen av herbicidanvändning utnyttjas i detta avsnitt hela materialet sådana jämförelser på minst 2 år gamla ytor, oavsett att inte samma herbicid eller dosering använts genomgående på alla ytor. Att inte lämpligaste herbicid använts på alla ytor torde emellertid endast innebära att skillnaden mellan herbicidanvändning och obehandlat är större än vad som här framkommer.

Herbicider utvaldes i följande ordning: 1. atrazin, 2. amitrol+diuron, 3. simazin, 4. dalapon. Då mer än en dosering förekom på en yta valdes av atrazin lägsta dosering, av simazin doseringen 20 kg/ha. Dalapon är endast representerad på 2 ytor i doseringen 20 kg/ha, tab. 13.16.

Plantering utfördes med planteringsborr på samtliga ytor. Av skäl som framgår av 13.5.1. uteslöts ytor S.949—50 samt S.1011—12 i bearbetningen.

Ståndortsförhållanden jämte vissa andra upplysningar om ytorna framgår av uppställningen nedan för tall- och granytor. Tall är representerad av 6 ytor.

Län: X (3), C (4), B (3), D (22), E (15), H (3), N (2), P (4), T (5)

Planteringsår: 1959 (2), 1960 (14), 1961 (12), 1962 (8), 1963 (9), 1964 (7), 1965 (9)

Jordart: sand (11), mjåla+leror (34), moräner (5), torvjord (11)

Fuktighetsgrad: torr, torr-frisk (2), frisk (46), frisk-fuktig (12), fuktig (1)

V.r.s.₂₅: 1—1,9 (27), 2,0—2,9 (19), 3,0—4 (14)

Plantkvalitet: god-utmärkt (37), medelgod (18), mindre god (6).

Huvuddelen av ytorna är anlagda i Östergötlands och Södermanlands län på friska lerjordar, be vuxna med måttlig—tämligen riklig vegetation.

Medelvärde på överlevelseprocent och planthöjd framgår av tab. 13.16. Överlevelseprocenten är för såväl gran som tall i genomsnitt 10—12 procentenheter större efter 3 och 5 vegetationsperioder vid herbicidanvändning i förhållande till plantering utan efterföljande herbicidbesprutning. Höjdtillväxten för plantor i herbicidrutor är för gran efter 3 och 5 år i genomsnitt 25—30 procent större än höjdtillväxten för plantor i vegetationen. Materialet för tall utvisar en ca 10—15-procentig ökning av höjdtillväxten efter motsvarande tid för plantor i herbicidrutor i förhållande till plantor i obehandlad vegetation.

Fördelningen av ytor på differensklasser i överlevelseprocent efter 2, 3 och 5 vegetationsperioder föreligger för tall + gran i uppställningen nedan. Med teckentest erhållna signifikanser framgår av uppställningen.

	Differens, Öp, procentenheter Difference, Öp, units of percentages					
	<5	5—9,9	10—19,9	20—29,9	≥30	
	Antal ytor efter: 2 vegetationsperioder No. plots after: 2 growing seasons					S:a Sum
Herbic. >obehandlat	21	7	3	3	4	38**
Herbic. <obehandlat	9	4	3			16
Herbic. =obehandlat						7
	3 vegetationsperioder 3 growing seasons					
Herbic. >obehandlat	9	9	10	2	6	36***
Herbic. <obehandlat	6	1	1			8
Herbic. =obehandlat						4
	5 vegetationsperioder 5 growing seasons					
Herbic. >obehandlat	5	6	4	4	2	21***
Herbic. <obehandlat	2					2
Herbic. =obehandlat						1

Tab. 13.16. Planteringsresultat vid borrplantering i markyta med och utan efterföljande herbicidbesprutning.

Results of auger planting, with and without subsequent herbicide spraying.

Yta Plot	Obehandlat							Control							Herbicide							
	Öp ₂	Öp ₃	Öp ₅	H ₀	H ₂	H ₃	H ₅	Herb.	Öp ₂	Öp ₃	Öp ₅	H ₀	H ₂	H ₃	H ₅							
Gran Spruce																						
S.866	94,7	94,0	88,7	39,3	52,7	64,1	113,1	Sim. 20	98,7	96,0	93,3	37,5	55,6	67,6	123,7							
S.867	88,0	82,7	72,0	44,5	46,4	54,1	90,3	" "	95,3	94,7	93,3	38,9	52,8	62,1	106,5							
S.886	90,0	86,0	42,7	28,3	35,8	40,4	55,7	Atr. "	96,7	95,3	50,0	22,8	31,8	35,9	48,3							
S.923	48,3	47,5	45,0	22,8	26,9	32,8	56,3	Sim. 10	95,0	94,2	93,3	29,1	36,6	51,2	97,4							
S.929	82,5	78,3	63,3	19,8	34,6	44,7	75,1	" "	84,2	78,3	64,2	20,2	35,5	46,0	80,4							
S.931	91,7	91,7	91,7	20,2	29,9	38,1	68,2	" "	96,7	94,2	93,3	21,0	30,3	42,1	79,6							
S.942	96,7	91,3	81,3	24,4	47,3	63,8	96,2	Atr. "	100,0	94,7	89,3	23,9	45,3	70,0	109,4							
S.946	98,7	94,0	78,7	25,5	35,2	42,3	70,2	Sim. "	98,7	92,0	74,0	25,7	36,8	44,4	73,3							
S.948	90,7	86,7	80,7	28,7	38,3	50,6	83,5	Dal. 20	98,0	97,3	88,0	30,4	39,7	54,1	86,0							
S.1017	67,3	36,7	3,3	23,4	22,9	25,6	38,6	Atr. "	84,0	64,0	11,3	23,0	29,0	31,7	47,4							
S.1020	82,7	74,7	36,7	23,9	32,1	35,0	50,2	" "	84,0	76,7	49,3	22,8	33,8	36,6	55,0							
S.1021	86,7	80,7	70,0	25,8	29,9	31,6	41,8	Sim. "	94,0	93,3	76,7	25,4	33,3	34,4	46,1							
S.1022	75,3	56,0	35,3	23,9	20,0	25,8	38,5	" "	79,3	69,3	62,7	24,8	21,5	26,4	42,5							
S.1023	74,7	70,0	65,3	23,8	29,2	37,7	60,5	Atr. "	77,3	75,3	75,3	24,4	32,4	43,1	71,8							
S.1024	99,3	83,3	70,0	24,5	36,1	30,8	54,0	" 10	99,3	88,7	84,0	24,6	38,5	39,0	65,9							
S.1025	95,3	87,3	76,7	22,9	33,3	40,4	61,0	" 15	96,0	93,3	85,3	22,9	32,1	43,1	64,7							
S.1026	92,7	46,0	40,0	22,4	38,0	45,2	73,0	" "	99,3	92,7	90,7	25,5	44,0	61,4	107,0							
S.1031	91,3	87,3	67,3	19,6	31,3	39,2	56,8	Sim. 20	93,3	92,0	88,0	18,7	32,8	40,0	62,5							
S.1032	98,3	97,5	96,7	20,2	30,2	43,5	67,3	" "	100,0	100,0	98,3	17,1	28,8	44,6	73,1							
S.1061	94,7	81,3	64,0	22,2	27,1	33,1	50,2	Atr. 15	81,3	73,3	63,7	22,8	32,5	40,2	62,6							
S.1063	98,7	98,7	96,7	20,6	27,7	38,8	61,6	" "	99,3	99,3	98,3	19,6	26,7	38,6	65,0							
S.936	10,8	5,0			16,9	23,3		Sim. 10	26,7	21,7			19,5	24,5								
S.943	68,7	50,7		25,2	40,2	47,4		" "	51,3	38,0		26,5	43,9	56,9								
S.944	82,0	43,3		24,6	31,4	35,3		" "	84,7	49,3		25,8	33,3	37,4								
S.945	70,0	34,0		23,7	31,8	36,5		" "	72,0	40,0		25,7	34,0	40,8								
S.947	84,7	59,2		12,9	27,8	33,7		" "	76,0	55,2		13,3	25,4	29,5								
S.1013	90,7	71,3			26,4	34,5		Atr. 20	84,0	78,7			27,0	34,0								
S.1015	67,3	40,7		24,9	29,3	34,7		Sim. "	94,0	70,0		24,8	33,2	36,9								
S.1028	98,0	40,7		34,8	40,9	38,6		Atr. 15	96,7	50,7		32,9	41,6	38,3								
S.1067	100,0	99,3		22,2	29,2	35,1		" 10	100,0	99,3		22,1	37,0	49,7								
S.1068	100,0	100,0		22,5	31,1	38,2		" "	100,0	100,0		22,7	31,6	41,6								
S.1070	100,0	100,0		25,1	37,5	54,2		" "	98,0	98,0		27,0	39,8	57,9								
S.1071	92,0	78,7		22,9	25,9	37,0		" "	92,7	89,3		23,8	32,7	45,4								
S.1072	44,7	28,7		22,3	20,3	29,6		" "	88,7	82,7		21,9	30,3	38,8								
S.1074	78,7	68,7		20,9	25,2	35,8		" "	88,7	86,7		19,7	27,6	39,4								
S.1075	26,7	22,0		20,2	25,1	32,5		" "	67,3	62,0		19,9	24,9	32,8								
S.1076	70,0	69,3		19,8	22,2	27,8		" "	74,7	72,7		20,6	23,5	29,3								
S.1077	18,0	14,7		21,5	23,9	30,4		" "	56,7	49,3		20,8	24,2	33,4								
S.1078	99,3	99,3		27,6	36,7	44,0		" "	98,7	98,7		26,6	37,4	47,6								
S.1079	94,7	88,7		27,8	40,2	47,5		" "	99,3	99,3		27,0	45,0	55,2								
S.1080	98,7	83,3		25,5	35,5	36,9		" "	99,3	90,0		24,2	44,9	48,1								
S.1081	94,7	87,3		31,8	32,0	35,3		" "	97,3	91,3		28,3	32,4	38,1								
S.932	97,3			22,1	34,5			Sim. "	92,0			21,3	33,2									
S.933	88,0			24,4	35,1			" "	75,3			21,9	33,1									
S.940	30,7			18,8	25,4			" "	38,0			20,6	31,3									
S.1016	16,0			38,6	23,5			Dal. 20	16,0			39,9	36,2									
S.1069	100,0			24,0	38,1			Atr. 10	100,0			24,5	41,2									
S.1082	99,7			23,6	36,2			" "	98,7			26,4	38,1									
S.1084	38,7			25,5	36,1			" "	34,0			25,3	36,4									
S.1191	100,0			27,1	34,6			" "	98,7			27,7	39,1									
S.1192	92,0			24,3	31,0			" "	93,3			24,6	34,0									
S.1193	99,3			27,0	41,5			" "	93,3			26,4	44,8									
S.1194	100,0			23,8	37,3			" "	99,3			24,6	36,6									
S.1195	33,3			25,6	43,5			" "	54,7			25,1	43,3									
S.1196	84,0			33,5	42,5			" "	86,7			31,3	43,9									
M	80,1	69,9	65,1	24,9	32,6	38,7	64,9		85,0	80,4	77,3	24,8	35,1	43,0	74,7							
N	55	42	21	53	55	42	21		55	42	21	53	55	42	21							
Tall Pine																						
S.941	99,3	99,3	99,3	8,5	30,1	58,0	123,7	Sim. 10	99,3	99,3	99,3	8,5	31,7	60,2	127,5							
S.1025	68,7	56,7	47,3	11,6	28,7	39,8	62,8	Atr. 15	92,7	90,0	74,7	11,7	30,5	46,2	71,8							
S.1027	92,5	82,5	81,7	11,3	32,6	52,2	102,8	" "	95,0	93,3	93,3	11,2	36,3	63,0	129,0							
S.1068	97,5	94,2		14,1	33,0	47,5		" 10	96,7	91,7		14,5	34,3	51,0								
S.1070	99,3	99,3		6,0	35,4	53,2		" "	98,7	98,7		6,0	34,1	52,4								
S.1074	94,7	90,7		5,2	26,0	39,3		" "	99,3	99,3		5,0	31,0	48,9								
M	92,0	87,1	76,1	9,4	31,0	48,3	96,4		97,0	95,4	89,1	9,5	33,0	53,6	109,4							
N	6	6	3	6	6	6	3		6	6	3	6	6	6	3							
Gran + tall Spruce + pine																						
M	81,3	72,1	66,4	23,4	32,5	39,9	68,8		86,2	82,3	78,7	23,2	34,9	44,4	79,1							
N	61	48	24	59	61	48	24		61	48	24	59	61	48	24							

Atr. = atrazin; Sim. = simazin; Dal. = dalapon
10, 15, 20 dosering, kg/ha; dose, kg/ha

Höjdtillväxten var för tall + gran större efter herbicidanvändning på 43 av 46 ytor efter 3 vegetationsperioder och på 23 av 24 ytor efter 5 vegetationsperioder. Utslagen är signifikanta på 0,1-procentnivå med teckentestet.

Endast på en yta efter 3 vegetationsperioder, S.943, var skillnaden i överlevelseprocent till förmån för obehandlat mera betydande eller 12,7 procentenheter. Ytan är belägen på det i 13.5.1. berörda mosskomplexet Lönndalens mosse intill Boxholm i Östergötlands län, varför de i avsnittet nämnda orsakerna till uteslutning av några ytor på mossen kan ha gjort sig gällande även å ytan S.943. Visserligen är ytan belägen på ett parti av mossen som torde vara minst fuktigt. Ytan utlades emellertid under ett av de nederbördsrikaste åren under undersökningsperioden, nämligen år 1960, jfr Kap. 8.

Övriga ytor där obehandlat gav högre överlevelseprocent efter 3 vegetationsperioder än herbicidanvändning är S.947 och S.1061 på organogen jord samt S.946, S.1068, S.1070 (gran och tall) och S.1078 på vid anläggning vegetationsfria stubbåkrar. Samtliga ytor är sålunda anlagda under ståndortsförhållanden där negativ inverkan av herbicidanvändning, jfr 13.5.1.—2., har uppträtt. Då emellertid eventuell negativ herbicidinverkan i föreliggande fall är ringa och knappast statistiskt fastställbar på de enskilda ytorna kan här stor vikt ej läggas vid avvikelserna på ytorna ifråga.

Efter 2 vegetationsperioder tillkommer ytor S.1061 och S.933 på vilka obehandlat gav en överlevelseprocent som med mer än 10 procentenheter översteg överlevelseprocenten för herbicidanvändning. På förstnämnda ytan utjämnades skillnaden dock efter 5 vegetationsperioder.

Det kan konstateras att, frånsett diskuterade ståndortsförhållanden, har inverkan av herbicidanvändning varit tämligen enhetlig. Att fastställa eventuellt årsmånsinflytande på differensen herbicidanvändning — obehandlat låter sig därför knappast göra, annat än i den mån ekologiska förändringar av herbicidanvändning kunnat påverka planteringsresultatet genom årsmånsinflytande. Ett sådant inflytande finns i materialet, sorkskador 1961—1962, vårvinterskador 1964. Då emellertid uppkomsten av dessa skador som har visats, BÄRRING (1963 a), och kommer att visas, Kap. 16, sannolikt sammanhänger med ett flertal andra faktorer, bl. a. vegetationens riklighet, torde det vara lämpligare att i stället studera herbicidanvändningens inverkan på dessa faktorer.

Sista uppställning visar att överlevelseprocenten efter herbicidanvändning med mer än 20 procentenheter överstiger överlevelseprocenten för obehandlat på ett flertal ytor. På vissa ytor råder mycket stora

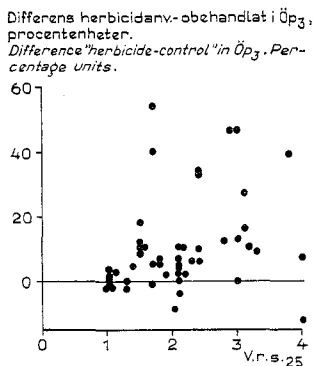


Fig. 13.12. Skillnad i överlevelseprocent efter 3 vegetationsperioder på olika ytor mellan borrplanterade planter satta i markyta med och utan efterföljande herbicidbesprutning upplagd över vegetationens riklighet, uttryckt i V.r.s.₂₅, jfr tab. 13.16. Tall + gran.

Differences in survival percentage on individual plots after three growing seasons, between seedlings auger planted with and without subsequent herbicide spraying. Shown in relation to the abundance of vegetation, expressed in V.r.s.₂₅. Cf. Table 13.16. Pine + spruce.

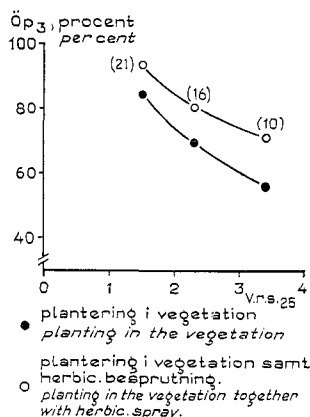


Fig. 13.13. Samband mellan överlevelseprocent efter 3 vegetationsperioder och vegetationens riklighet, uttryckt i V.r.s.₂₅, vid plantering i markyta med och utan efterföljande herbicidbesprutning, jfr fig. 13.12. Tall + gran.

Relation between mean survival percentage after three growing seasons and the abundance of vegetation, expressed in V.r.s.₂₅ (mean in three classes). With and without subsequent herbicide spraying, cf. Fig. 13.12. Pine + spruce.

skillnader, 40—50 procentenheter, tab. 13.16. Sådana ytor är S.923 anlagd det torra året 1959, samt ytor S.1026, S.1072, S.1075, som synnerligen svårt drabbades av en speciell typ av skador vårvintern 1964, se vidare Kap. 16. På dessa ytor liksom på en del andra ytor undgick planter i herbicidrutor i betydande utsträckning sådana skador. Herbicidanvändning synes sålunda under vissa förhållanden ha en mycket stor betydelse för plantors överlevande och även höjdtillväxt.

I fig. 13.12. upplades differensen herbicidanvändning — obehandlat i $\bar{O}p_3$ över V.r.s.₂₅ med uppgifter från tab. 13.16. och bil. 5.1. Figur 13.12. visar att redan vid en måttlig förekomst av vegetation, från och med V.r.s.₂₅ = 1,5, har stor positiv skillnad till herbicidbesprutnings förmån förekommit på en del ytor. Det är egentligen endast på de praktiskt taget vegetationsfria ytorna, V.r.s.₂₅ \approx 1,0, eller ytorna beväxna med låg och gles vegetation som större positiv skillnad herbicidanvändning — obehandlat helt saknas.

Figur 13.13. visar medelvärde på $\bar{O}p_3$ för herbicidanvändning och obehandlat i 3 olika V.r.s.₂₅-klasser, < 2 , ≥ 2 , < 3 , ≥ 3 . Betydelsen av

herbicidanvändning visar tendens att öka med tilltagande svårighetsgrad på vegetationen. Av figuren framgår även ett starkt avtagande av överlevelseprocenten för såväl obehandlat som herbicidanvändning med tilltagande vegetation. Då tidigare gjorts troligt, jfr Kap. 9 och ovan, att årsmånsinflytande — utöver identifierad inverkan — liksom plantkvalitetens inflytande, sannolikt varit relativt ringa torde fig. 13.13. antyda ett faktiskt orsakssammanhang. Den främsta anledningen till den låga överlevelseprocenten å flertalet vegetationsrika ytor är nämligen sorkskador 1961/62 och vårvinterskador 1964, Kap. 15—16. Båda dessa kalamiteter drabbar som ovan framhållits plantor i allmänhet svårare på vegetationsrika än vegetationsfattiga lokaler.

För att belysa om herbicidanvändningens positiva inverkan består längre tid utnyttjas de minst fem år gamla ytorna i tab. 13.16. I nyssnämnda V.r.s.₂₅-klasser erhöles för tall + gran nedanstående medelvärden på Öp₃ och Öp₅. I allmänhet ökade differensen herbicidanvändning—obehandlat i överlevelseprocent från 3:e till 5:e vegetationsperioden.

		Obehandlat		Herbucid		Diff. herb.-obeh.		N
		Control		Herbicide		Diff. herb.-control		
		Öp ₃	Öp ₅	Öp ₃	Öp ₅	Öp ₃	Öp ₅	
<2,0	(1,4)	88,9	80,6	93,1	89,7	4,2	9,1	10
≥2<3	(2,4)	77,5	65,9	89,7	79,3	12,2	13,4	9
≥3	(3,1)	60,6	36,9	79,9	55,8	19,3	18,9	5

Ytmaterialet är för litet för att medge närmare undersökning av olika ståndorters betydelse utöver vad som i tidigare avsnitt berörts. Resultaten får därför främst anses gälla dominerande ståndortsförhållanden. Beträffande jordarten var leror förekommande på drygt 50 procent av antalet ytor. Ett studium av tab. 13.16. och bil. 5.1. och 13.2. visar emellertid att även å ytor belägna å sandiga jordarter och torvjordar har betydande skillnader i planteringsresultatet herbicidanvändning — obehandlat förekommit till herbicidanvändnings förmån. Med försiktighet, betingad av vad som tidigare framkommit rörande förhållanden då negativ inverkan av herbicider erhållits, torde således resultaten kunna tillämpas även å andra jordarter än lerjordar.

13.10. Diskussion

Ekologiska nyttoverkningar av herbicidanvändning genom uppkomst av mer eller mindre vegetationsfri mark kring plantor kommer

att närmare beröras längre fram. Redan här framhålles emellertid det rimliga i att herbicidanvändning och fläckupptagning bör ge någorlunda likartade effekter, jfr Kap. 11.

Detta avsnitt ägnas främst en diskussion om olika herbiciders verkan på vegetation och planteringsresultat.

Redan tidigare, 13.1. och 13.2.2., omnämndes forskningsresultat enligt vilka simazin och i viss mån även amitrol ej haft lika god effekt på gräsarter som atrazin och dalapon. Ytterligare undersökningar visar detsamma. Vid jämförelse av simazin, atrazin och dalapon erhöll GOOR—JAGER (1962) i Holland bättre resultat av atrazin på *Agrostis tenuis*, *Elytrigia repens* och *Holcus mollis* än av simazin. Dalapon gav lika god initialeffekt som atrazin, men effekten var avsevärt kortvarigare. SROTT (1965) undersökte verkan av simazin, atrazin, diuron och monuron på ogräsarter i sälgodlingar i England och fann att atrazin gav bästa effekten på perenna ogräs. Vid bekämpning av kvickrot i lantbruket i USA har man vidare funnit att atrazin i allmänhet givit bättre resultat än simazin, jfr LEBARON—FERTIG (1961), BUCHHOLTZ (1963). I Finland fann RUMMUKAINEN (1961) och MUKULA (1962) att atrazin i flera fall var verkningsfullare än simazin vid ogräsbekämpning i plantskolor. De redan i 13.1. berörda resultaten erhållna i Schweiz av KELLER (1962), enligt vilka dalapon gav gott resultat på blåtåtel, *Molinia coerulea*, medan atrazin var nästan verkningslös, avviker från berörda resultat.

I Tyskland undersökte ROZSNYAY (1961) effekten av amitrol och dalapon på 4 olika gräsarter: *Calamagrostis epigeios*, *Deschampsia caespitosa* och *flexusa* samt *Melica uniflora*. Den sistnämnda herbiciden gav bättre effekt på samtliga arter, jfr ALLEN (1965). På undersökt ört, *Mercurialis perennis*, erhöles emellertid bättre effekt av amitrol än dalapon, jfr ALLEN (1965).

De i undersökningen framkomna resultaten rörande skilda herbiciders effekt på olika typer av vegetation synes sålunda tämligen väl överensstämma med utländska erfarenheter.

Tall och gran har i undersökningen i allmänhet uppvisat en god motståndskraft gentemot jordherbiciderna atrazin och simazin. Under ståndortsförhållanden diskuterade i 13.5.1.—2. har emellertid skadeverkningar uppkommit.

En vanlig uppfattning rörande anledning till barrträdsplantors resistens mot jordherbicider är att dessa mycket starkt bindes nära markytan, och därför normalt ej i större mängder kommer i kontakt med plantrötterna, jfr bl. a. MONTGOMERY et al. (1965). Ståndortsför-

hållanden då skador troligen inträffat, fuktiga mossodlingar och vegetationsfria lokaler, gynnar inträngning av jordherbicer, och torde därigenom öka riskerna för skador.

Då atrazin är mera vattenlösligt än simazin och även diuron, 13.2.2., synes större risker föreligga för skador av atrazin än av de båda andra jordherbiciderna. Vissa undersökningar ger beträffande jämförelsen atrazin—simazin belägg härför. KOZŁOWSKI (1965) undersökte 5 olika triaziners inverkan på unga plantor av *Pinus resinosa*. Atrazin, den lättlösligaste herbiciden, åstadkom störst skador. Inom hortikulturen har man även funnit att atrazin framkallat skador på nyttoväxter något lättare än simazin, MUKULA (1962), STOTT (1965).

När det gäller amitrol och dalapon omtalar GOOR—JAGER (1961), beträffande besprutning av oskyddade douglasgran-planter med sistnämnda herbicid, att plantorna är mera resistent före skottsträckning än efter denna. Liknande resultat erhöles ROZSNYAY (1961) på gran. Vid besprutning före skottsträckning med 5 och 10 kg dalapon/ha, utan att åtgärder vidtogs för att skydda plantor, tolererade unga granplanter 5 kg dalapon/ha utan nämnvärda skador, medan ca 50 procent av plantorna erhöles tämligen lätta skador med doseringen 10 kg/ha. Tall- och lärkplanter skadades redan av doseringen 5 kg/ha. Såväl GOOR—JAGER som ROZSNYAY fann att plantor i betydande utsträckning återhämtade sig om påverkan ej varit för kraftig.

Vid direktbesprutning av 6-åriga granplanter i juli med amitrol i doseringarna 2, 5 och 20 kg/ha erhöles ROZSNYAY typiska klorosskador, vilka var bestående under hela observationstiden, 14 månader. Någon plantavgång inträffade emellertid ej. Även om en viss återhämtning skedde synes tillväxten ha nedsatts.

Flera av här och i 13.1. omnämnda författare torde ha tagit intryck av de skadesymptom som amitrol och dalapon givit vid direktbesprutning av plantor och, till följd av de korta observationstiderna, sällan över 1 år, föreslagit låga doseringar. Nyttoverkningar av besprutning, som i denna undersökning efter längre tid tagit sig uttryck i signifikativt ökad överlevelseprocent gentemot obehandlat, har därigenom ej hunnit komma till uttryck i försöksresultaten.

Den i undersökningen erhållna signifikativa stimuleringen av granplantors höjdtillväxt, särskilt vid användning av jordherbicer och kombinationsherbiciden amitrol + diuron har uppnåtts vid undersökningar även i ett flertal andra länder, jfr 13.1. och HEID (1962), v. ZITZEWITZ (1965), MÜLLER (1966). HEID (1962) fann emellertid att stimuleringen av tall i plantskola var övergående efter en vegetationsperiod.

Även i hortikulturen har fruktträd ökat tillväxten vid herbicidbesprutning, MUKULA (1962), RIES et al. (1962), KARNATZ (1964).

I denna undersökning konstaterades att tillväxtstimuleringen på några närmare granskade ytor var förbunden med en signifikativt stegrad halt av kväve i årsskottens barr 1 vegetationsperiod efter besprutning av vegetationen runt plantorna med atrazin och amitrol + diuron. Såvitt bekant föreligger inga andra liknande undersökningar på barrträd. Inom hortikulturen finns emellertid några resultat som visar ökad kvävehalt hos fruktträd, sedan gräsvegetation runt träden besprutats med triaziner. RIES et al. (1962) visar sålunda i USA att persikoträd å försöksparceller behandlade med simazin + amitrol-T (amitrol + ammoniumtiocyanat) hade högre kvävehalt, längre skott och fler sidogrenar än träd på parceller där ogräs undertrycktes manuellt eller med svart plast. Skillnaden var störst på parcell som förutom herbicidbehandling erhöll lägsta dosering kvävegödning. Träd å herbicidbehandlade parceller växte bättre än å enbart kvävegödslade parceller. I Tyskland behandlade KARNATZ (1964) i mars kvickrot med simazin och atrazin i 10 och 15 kg/ha runt 4- och 8-åriga äppleträd av två sorter. I juni antog blad på träd som växte på herbicidbehandlade parceller en mörkare grön färg än å obehandlade parceller. I augusti uppvisade bladen på träden å de förra parcellerna en mellan 12 och 42 procent stegrad kvävehalt, samtidigt ökade bladstorleken mellan 8 och 22 procent. Ökningen i skotttillväxt varierade mellan 69 och 127 procent. Å ytor vilka enbart kvävegödslats med 60 kg N/ha uppgick tillväxtökningen endast till 25 procent gentemot obehandlat. För att närmare utreda orsakssammanhangen till den konstaterade ökningen i kvävehalt behövs särskilda undersökningar.

Beträffande herbicidbehandlings inverkan på barrträdsplantors överlevande efter längre tid har jag ej lyckats finna resultat från andra undersökningar.

Som sammanfattning av diskussion och försöksresultat kan konstateras att herbicidanvändning i allmänhet visat sig ha ett fördelaktigt inflytande på planteringsresultatet. Försöksresultat tyder emellertid på att under vissa ståndortsförhållanden kan herbicider även vara skadliga. Även om orsakssammanhangen härtill ej är klarlagda torde emellertid resultaten motivera försiktighet vid användning av herbicider under dessa förhållanden som närmare specificeras i följande avsnitt.

En del tendenser har vidare framkommit rörande olika herbiciders effekt på olika typer av vegetation. Med hänsyn till de komplicerade förhållanden, 13.2., som reglerar herbiciders verkan får resultaten i

detta avseende främst betraktas som en första orientering. Den omständigheten att de i stort sett överensstämmer med forskningsresultat från andra länder torde emellertid medge att de tillsvidare kan utnyttjas för approximativa rekommendationer.

13.11. Praktiska tillämpningar av försöksresultaten

När herbicidanvändning är lämplig i förhållande till andra åtgärder för vegetationsbekämpning kommer att närmare diskuteras i fortsättningen. Här skall frågan beröras hur herbicider kan användas sedan man valt att använda herbicider. Detta har förelöpande diskuterats av BÄRRING (1965 a), varför här endast några kompletterande kommentarer göres.

I den nämnda artikeln angavs att i huvudsak atrazin och amitrol + diuron är lämpliga att använda och att de givit tämligen likvärdigt resultat på vegetationen. Av denna bearbetning synes det emellertid som om atrazin är att föredraga på objekt där gräs dominerar, och särskilt vid besprutning tidigt på våren på objekt med mera riklig förekomst av nedvissnad fjolårsvegetation, innan denna helt har trängts tillbaka av det utväxande gräset. Amitrol + diuron synes utnyttjas bäst på objekt där gräset nått en viss utveckling och på objekt med betydande inslag av vissa vanliga örter, såsom maskros och revsmörblomma. Simazin har givit allt för svag effekt utan doseringshöjning för att kunna ifrågakomma på andra än i huvudsak vegetationsfria lokaler. Lämpligaste användningsområde för dalapon synes vara objekt där gräs förekommer praktiskt taget i renbestånd och där gran skall planteras. Gentemot atrazin har herbiciden emellertid vid manuell besprutning en obestriddlig svaghet genom att trätt bör användas för att skydda plantorna för vätskebeläggning. Verkan på vegetationen synes vidare avtaga något snabbare än för atrazin, som dessutom förefaller ha haft något större tillväxtstimulerande inflytande på granplanter än dalapon. Vid maskinplantering, då besprutning föregår plantering, kan emellertid dalapon tänkas vara användbar. Som lämplig dosering kan anges 10—15 kg/ha. En mot bakgrund av framlagda resultat intressant kombination förefaller amitrol + atrazin vara, särskilt vid maskinplantering. Kombinationen synes värd närmare undersökning.

En betydelsefull fråga vid manuell besprutning med amitrolherbiciderna och dalapon är huruvida planter behöver skyddas för kontakt med herbiciderna. Det förefaller möjligt att nackdelar som visat sig förenade med ett sådant besprutningsförfarande kan elimineras mer eller mindre om sprutmunstycket under lämpliga förutsättningar föres

nära vegetationen. Hur detta applikationssätt ställer sig tidsmässigt i förhållande till bruket av tratt för att skydda plantorna behöver utredas.

Lämpliga doseringar beröres i nämnda artikel, liksom ståndortsförhållanden då försiktighet synes vara nödvändig vid användning av jordherbicer. I uppsatsen anges doseringarna 10—15 kg/ha för atrazin och 20—25 kg/ha för amitrol + diuron som lämpliga. Samtidigt rekommenderas de högre doseringarna på objekt bevuxna med gräsarter med stark, vegetativ förökningsförmåga. Det förtjänar här framhållas att denna rekommendation främst utgör en »extrapolering» av resultat omnämnda i Kap. 12. Vidare framhålles i uppsatsen att besprutning med herbicer på djupare torvmarker i allmänhet ger mindre tillfredsställande resultat på vegetationen. Detta torde främst gälla bladherbicer på fuktiga torvmarker, jfr ytorna på Lönndalens mosse, 13.5.1. och 13.7.1. samt bil. 13.2., och fig. 13.8.—9.

13.12. Sammanfattning

Olika aspekter av herbicidanvändning undersöktes på ytorna. Ändamålet härmed var närmast att försöka utreda förutsättningarna för herbicidanvändning i samband med plantering på åker.

Försöksmetoder, undersökta herbicer, m. m., framgår av särskilda avsnitt, se innehållsförteckning.

Två typer av herbicer urskiljes, bladherbicer och jordherbicer. De förra är lösliga i vatten, de senare svårlösliga.

Försöksresultaten för gran visar en signifikant förbättring av såväl överlevelseprocent som höjdtillväxt vid plantering och efterföljande besprutning av vegetationen med herbicer. Å ett antal ytor erhöles överlevelseprocenter efter herbicidanvändning som med 30—50 procentenheter översteg överlevelseprocenten efter 3 och 5 år vid plantering utan efterföljande besprutning av vegetationen intill plantorna. Skillnaden i överlevelseprocent och höjdtillväxt ökade mellan 3 och 5 vegetationsperioder för både tall och gran. I genomsnitt var överlevelseprocenten efter 3 vegetationsperioder drygt 8 och 10 procentenheter större för respektive tall och gran med herbicidanvändning än utan herbicidanvändning. Efter 3 och 5 år motsvarade tillväxtökningen för granplanter i genomsnitt 25—30 procent av tillväxten för planter utan herbicidanvändning och för tallplanter 10—15 procent. Tillväxtökningen synes ha varit större för jordherbicer än bladherbicer och förefaller på lerjordar främst ha gjort sig gällande på vid behandling vegetationsbevuxna lokaler. Å vegetationsfria lokaler å lerjordar uteblev tillväxt-

stimulering under de två närmaste vegetationsperioderna efter behandling. Först under 3:e vegetationsperioden inträdde en positiv tillväxtreaktion. Denna var dock betydligt mindre än tillväxtökningen mellan 2:a och 3:e vegetationsperioden hos plantor på närbelägna, vid behandlingen vegetationsbevuxna ytor.

På några vegetationsbevuxna ytor visade barranalyser att årsskottens halt av kväve hos granplantor signifikativt ökat efter besprutning med atrazin och amitrol + diuron, enda undersökta herbicider i detta avseende. Kalium, fosfor och magnesium uppvisade oenhetliga förändringar.

För närmare information rörande praktisk tillämpning av försöksresultat, frågor rörande betydelsen av att plantor skyddas för kontakt med bladherbicider, doseringens och vegetationens betydelse, olika herbiciders effekt m. m. hänvisas till texten.

Kap. 14. Övriga studerade metoder för att motverka vegetationens konkurrens med skogsträdsplantor

14.1. Pappmanschetter

För att lösa problemet med vegetationens konkurrens vid plantering på åkermark har användning av pappmanschetter experimentellt prövats, jfr OKSBJERG (1960). Kostnaden är hög, 190 kr/ha vid 3 500 plantor/ha, Skogen (1961), sid. 259, och Program för Svenska skogsvårdsföreningens 44:e sommarexkursion 1961, sid. 31. En obestridlig nackdel är vidare manchetternas små dimensioner 3×3 — 4×4 dm, och den tidsödande manuella hanteringen.

Metoden prövades vid borrhplantering av gran 2/2 på 2 ytor, S.1028 och S.1030, jfr nedan. Använda manchetter hade storleken 4×4 dm.

	Ö _{p1}	Ö _{p2}	Ö _{p3}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃
S. 1028							
Obehandlat	100,0	98,0	40,7	34,8	38,7	40,9	38,6
Fläckhackning 4×4 dm	100,0	96,7	54,7	31,2	35,9	40,3	40,4
Pappmanschetter 4×4 dm	100,0	98,0	46,0	31,7	35,3	39,9	35,1
S. 1030							
Obehandlat	99,2	99,2	98,3	21,7	28,4	34,2	44,9
Fläckhackning	100,0	95,8	95,8	24,0	29,8	36,9	50,0
Pappmanschetter	98,7	93,3	93,3	25,7	31,5	36,2	41,4

Pappmanschetter uppvisar inte på någon yta någon klar överlägsenhet. Praktiska erfarenheter av deras användning utvisar att problem existerar med att få manchetterna att ligga kvar och att ej rulla ihop sig.

Materialet för bedömning av manchetternas användbarhet är litet. Befintliga informationer tyder emellertid på att pappmanschetter ej torde komma att erhålla större användning vid åkerplantering.

14.2. Val av plantstorlek

Användning av »stora» plantor vid plantering på vegetationsrika lokaler har tillämpats under lång tid, OBBARIUS (1845), BJÖRKMAN (1877), WAHLGREN (1922). Försök har anlagts i olika länder för att

man skulle kunna jämföra resultat av plantering med olika stora planter, jfr MØLLER (1960). Utvärdering av dylika undersökningar bjuder emellertid svårigheter, jfr STRAND (1950), OKSBJERG (1951) dels genom att det ej alltid varit möjligt att avgöra vilka faktorer som betingat storleksskillnad i utgångsmaterialet, dels på grund av att ståndortsfaktorer varit korrelerade med försöksutslag. De slutsatser som kan dragas påverkas självfallet härav.

På institutionen för skogsföryngring pågår separata undersökningar över plantstorlekens och plantsortimentets betydelse. Dessa skall här ej föregripas, varför ett närmare ingående på ovannämnda frågor ej göres.

I denna undersökning berördes frågan om plantstorlekens inverkan på planteringsresultatet genom att två plantsortiment, »normalplanter» och »stora» planter, jämfördes på 10 ytor. Stora planter erhöles genom utsortering av de största plantorna från varje ytas plantparti. Den så uppkomna höjdskillnaden orsakas sannolikt av flera faktorer, fröstorlek, kantverkan, variation i mikrobonitet, genetiska skiljaktigheter. Verkan av dessa faktorer bör sannolikt vara, som STRAND (1950) uttrycker saken, att de stora plantorna åtminstone inte är sämre än normalplantorna. Hänsyn får även tagas till att normalplantorna är sorterade, jfr 4.5., genom att de minsta och svagaste plantorna avskilts.

Exempel på stora och normala planter framgår av fig. 4.7.—8. Mätvärden på topp- och rot-del från några ytor visas i tab. 4.2. Planteringsresultat upp till 5 vegetationsperioder efter plantering ges i tab. 14.1. Skillnaden mellan plantkategorierna i överlevelseprocent är obetydlig efter både 3 och 5 vegetationsperioder och uppgår till respektive 2,2 och 2,8 procentenheter till stora plantors fördel. Efter arcus-sinus-transformering erhålles efter 5 vegetationsperioder differensen $0,0619 \pm 0,0605$, vilken är insignifikant. Resultatet är även jämnt yta för yta. Endast sällan överstiger differensen 10 procentenheter.

Beträffande höjdtillväxten erhålles på 5-årsytorna medeldifferensen $0,43 \pm 2,39$ cm, vilken är insignifikant. Höjdskillnaden vid plantering har i genomsnitt bibehållits oförändrad i 5 år. Mellan ytor föreligger variationer. På ytan S.1024 uppnåddes det något egendomliga resultatet att de stora plantorna var mindre än normalplantorna efter 5 vegetationsperioder. Orsaken härtill är att söka i att de stora plantorna på denna yta utsattes för något större vårvinterskador 1964 än normalplanter, se vidare Kap. 16.

Den företagna utsorteringen av stora planter har i genomsnitt haft ringa betydelse för planteringsresultatet. En sannolik orsak härtill är,

Tab. 14.1. Borrplantering av »normalplantor» och »stora» plantor, utsorterade från varje ytas plantparti, jfr tab. 4.2. och fig. 4.7.—8. Gran.

Auger planting of "normal" and "large" seedlings selected from the planting material of every plot. Spruce, cf. Table 4.2. and Fig. 4.7.—4.8.

Yta Plot	Normalplantor Normal seedlings				Stora plantor "Large" seedlings				Normalplantor Normal seedlings					Stora plantor "Large" seedlings				
	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
S.886	99,3	90,0	86,0	42,7	100,0	98,0	92,7	59,3	28,3	32,5	35,8	40,4	55,7	37,0	39,0	42,7	47,5	62,0
S.948	100,0	90,7	86,7	80,7	100,0	96,7	96,0	86,0	28,7	34,9	38,3	50,6	83,5	38,5	44,1	47,8	61,4	98,1
S.1021	95,3	86,7	80,7	70,0	96,7	94,7	94,0	80,0	25,8	28,9	29,9	31,6	41,8	36,3	39,2	39,3	39,7	50,9
S.1022	94,0	75,3	56,0	35,3	86,0	64,0	49,3	34,0	23,9	27,1	20,0	25,8	38,5	35,3	37,8	27,9	33,1	48,9
S.1024	100,0	99,3	83,3	70,0	100,0	99,3	76,0	64,7	24,5	31,5	36,1	30,8	54,0	32,1	39,0	42,4	29,1	50,0
S.1025	99,3	95,3	87,3	76,7	100,0	96,0	81,3	66,0	22,9	29,6	33,3	40,4	61,0	31,5	38,4	42,0	46,9	64,5
S.1026	98,0	92,7	46,0	40,0	100,0	96,7	54,0	50,0	22,4	30,5	38,0	45,2	73,0	32,7	40,5	46,9	58,2	98,1
S.1062	98,7	98,0	96,7	90,0	98,0	96,7	94,0	90,7	17,6	21,9	24,3	34,6	54,2	27,1	31,3	32,2	40,9	62,0
S.1063	100,0	98,7	98,7	96,7	100,0	100,0	96,7	96,7	20,6	25,4	27,7	38,8	61,6	29,1	34,3	35,4	43,8	69,8
S.1014	100,0	60,7	33,3		98,7	69,3	43,3		25,0	29,6	26,2	29,0		34,5	39,8	38,9	42,0	
M	98,5	88,7	75,5	66,9	97,9	91,1	77,7	69,7	24,0	29,2	31,0	36,7	58,1	33,4	38,3	39,6	44,3	67,1
N	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9

som nämnts, att huvuddelen av minusvarianterna torde ha avskilts i den sortering, som regelmässigt företagits i plantmaterialet på alla ytor. Vidare har även normalplantorna varit tämligen stora på flera ytor. HAUGBERG (1960) redovisar från Norge planteringsförsök i vilka bl. a. 3 storleksklasser av 2/2 granplantor jämföres. Försöken på skogsmark visar klart att största skillnaden existerade mellan största och minsta plantkategorien. På en yta, som sannolikt utsatts för vårfrost efter skottsträckning, erhöles även större skillnad i höjdtillväxt mellan de båda största plantkategorierna till största plantornas fördel. Någon skillnad i överlevelseprocent existerade ej i detta fall.

I 11.4. visades att en klar tendens förelåg att minsta plantor i första hand avgått vid plantering direkt i vegetationen. Vid plantering i fläckhackningsruta var tendensen mindre utpräglad och insignifikant.

De slutsatser som kan dragas av resultaten för den praktiska tillämpningen synes vara att minsta och svagaste plantor i första hand bör avskiljas, jfr SARVAS (1962), ANDERSSON (1965). Utväljande av största plantor ur ett plantparti där plantor ej kan karakteriseras som små torde i allmänhet ej ge stor vinst. Detta betyder ej att plantstorleken är betydelselös. På mycket gräsrika lokaler, särskilt där gräset bildar långa, sterila bladskott, torde det vara uppenbart att små plantor får svårt att hävda sig, jfr HAUGBERG (1962), och lätt utsättes för mögelangrepp under regnrika somrar. På frostlanta lokaler torde vidare större plantor ha bättre förutsättningar att på grund av inversionsfenomenet, jfr GEIGER (1961), undgå utvecklingsstörande frostpåkänning. Valet av plantstorlek torde vidare, som framgått, vara beroende

Tab. 14.2. Plantering av tall (2/1) och gran (2/2). Borrplantering utom på yta S. 1030 (öppen grop).

Planting of pine (2/1) and spruce (2/2). Auger planting, except on S. 1030 where open-pit planting was used.

Yta Plot	Gran				Spruce				Tall				Pine				Gran				Spruce				Tall				Pine				
	öP ₁	öP ₂	öP ₃	öP ₅	öP ₁	öP ₂	öP ₃	öP ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅					
S. 931	95,0	91,7	91,7	91,7	100,0	97,5	94,2	90,8	20,6	25,8	33,2	47,2	75,9	11,6	21,1	37,9	49,0	88,5															
S. 1025	99,3	95,3	87,3	76,7	90,0	68,7	56,7	47,3	22,9	29,6	33,3	40,4	61,0	11,6	22,2	28,7	39,8	62,8															
S. 1030	100,0	99,2	93,3	90,8	100,0	98,3	87,5	70,0	21,3	26,0	32,4	43,9	69,9	12,4	20,7	30,9	46,2	73,6															
S. 1066	100,0	99,3	87,2		100,0	95,3	74,7		18,2	23,1	27,8	30,4		13,7	21,7	30,5	33,6																
S. 1068	100,0	100,0	100,0		99,2	97,5	94,2		22,5	27,2	31,1	38,2		14,1	22,3	33,0	47,5																
S. 1070	100,0	100,0	100,0		100,0	99,3	99,3		25,1	31,4	37,5	54,2		6,0	14,5	35,4	53,2																
S. 1071	100,0	92,0	78,7		100,0	98,0	87,3		22,9	26,9	25,9	37,0		7,3	15,2	32,2	46,7																
S. 1073	100,0	100,0	98,7		98,7	98,7	98,0		22,6	25,3	38,0	61,4		8,0	11,4	34,5	52,9																
S. 1074	98,7	78,7	68,7		100,0	94,7	90,7		20,9	24,2	25,2	35,8		5,2	9,8	26,0	39,3																
S. 932	98,0	98,0			92,7	74,0			21,7	25,6	36,2			11,8	20,9	30,9																	
S. 933	100,0	94,0			98,0	59,3			19,8	24,0	33,6			11,1	22,5	26,9																	
S. 940	97,3	84,0			86,0	48,7			24,5	28,1	35,3			10,6	21,6	32,9																	
S. 1069	100,0	100,0			100,0	95,3			24,0	30,9	38,1			10,2	13,4	24,7																	
M	99,1	94,8	89,5	86,4	97,3	86,6	87,0	69,4	22,1	26,8	32,9	43,2	68,9	10,3	18,3	31,1	45,4	75,0															
N	13	13	9	3	13	13	9	3	13	13	13	9	3	13	13	13	9	3	13	13	13	9	3										

av markbehandling. Uppenbart är även att man genom plantstorleksval i första hand endast kan reglera inflytelser ovan jord.

14.3. Trädslagsval

Tabell 14.2. ger resultat på ytor där tall och gran jämförts. Jämförelse är gjord med borrplantering direkt i vegetationen på samtliga ytor, utom S.1030, där öppen grop använts, samt ytor S.931—33 och S.940, där plantering skedde med borrplantering på tilla. På sistnämnda ytor planterades tallplantor 3 dm framför granplantor. Som framgår av tab. 12.10. minskade grästrycket på plantorna endast obetydligt av placeringen på tilla.

Efter arcus-sinustransformering erhålles medeldifferensen gran-tall i Öp₂ och Öp₃ respektive $0,281 \pm 0,124$ samt $0,116 \pm 0,128$, vilket ger $t = 2,266^*$ och $t = 0,906$. Efter 2 vegetationsperioder är skillnaden signifikant på 5-procentsnivån.

På flertalet ytor efter såväl 2 som 3 vegetationsperioder gav gran större överlevelseprocent än tall. Anmärkningsvärda undantag härifrån utgör ytor S.1071 och S.1074, vilka i större utsträckning utsattes för vårvinterskador 1964, 16.5.8. På ytorna var tall opåverkad av kalamitet.

Avskiljes ytorna blir t-värdena för medeldifferensen respektive 3,705** och 2,573*.

Figur 14.1. visar att om ytor S.1071 och S.1074 undantages, jfr ovan, har tall varit underlägsen gran på vegetationsrika lokaler. Tallen med

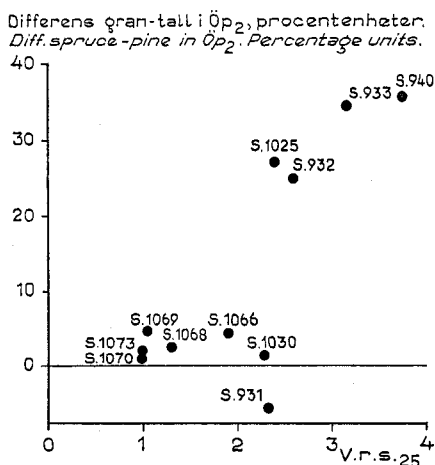


Fig. 14.1. Skillnad i överlevelseprocent efter 2 vegetationsperioder mellan gran- och tallplantering över vegetationens riklighet, uttryckt i V.r.s.₂₅. Borrplantering utom på yta S. 1030 (öppen grop).

Differences in survival percentage after two growing seasons between spruce and pine, shown in relation to the abundance of the vegetation, expressed in V.r.s.₂₅. Auger planting on all plots, except on S. 1030, where open pit was used.

sina slanka barr och skott bör ha svårare att motstå tryck från vegetationen än den mera robusta granen, jfr SIRÉN (1948), som visade att groddplantor av gran motstod tryckpåkänning avsevärt bättre än tallens groddplantor.

Om tall av någon anledning planteras på vegetationsrika lokaler är således avlägsnande av vegetationens tryck en viktig åtgärd.

Tallens välkända snabbare ungdomstillväxt gentemot granens framgår tydligt av tab. 14.2. Under de första 3 åren efter plantering var tallens årliga medeltillväxt 4—5 cm större än granens.

14.4. Borttagning av matjord

Avlägsnande av matjord, där huvuddelen av gräsrötter och ogräsfrö finns, nämnes ibland som ett förfaringssätt för att undanröja vegetationens konkurrens med barrträdsplantor.

Våren 1962 erhöll jag tillfälle att utlägga ett ytpar på lokal intill Nyköping där matjord bortforslats på huvuddelen av arealen. Alven täcktes av ett endast mm-tjockt lager matjord. Matjorden kvarlåg i högar utefter ena kanten. Två ytor anlades, en där matjorden undanskaffats (S.1029), en på parti där matjorden var orörd (S.1030). Ytorna skiljdes åt av ett smalt dike. Avståndet mellan ytorna var ca 20 m. Okulärt bedömdes förhållandena vara tämligen likartade, med undantag av skillnaden beträffande matjorden. Marken var i det när-

Tab. 14.3. Plantering i öppen grop på yta med matjordslager intakt (S. 1030) och på intilliggande yta med avlägsnat matjordslager (S. 1029).

Open-pit planting after removal of the topsoil on plot S. 1029 and without removal of the topsoil on the adjacent plot S. 1030.

Metod Method	Ö _{P1}	Ö _{P2}	Ö _{P3}	Ö _{P5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	V ₅
S.1029										
(1)	100,0	94,2	93,3	93,3	19,8	25,0	27,4	28,2	36,9	3,0
(2)	100,0	92,5	91,7	91,7	24,0	29,3	31,8	31,4	38,8	2,5
(3)	100,0	98,3	97,5	97,5	11,2	15,5	20,5	31,4	82,1	4,5
(4)	100,0	100,0	100,0	100,0	12,4	18,2	23,2	34,6	84,6	4,4
S.1030										
(1)	100,0	99,2	93,3	90,8	21,3	26,0	32,4	43,9	69,9	4,6
(3)	100,0	98,3	87,5	70,0	12,4	20,7	30,9	46,2	73,6	3,7

- (1) open pit planting, spruce 2/2
 (2) as (1) but 1 l humus per planting hole
 (3) as (1) but pine 2/1
 (4) as (2) but pine 2/1

maste plan. Jordarten utgjorde styv lera, matjordslagret var ca 2,5 dm med betydande dyinblandning. Lokalen utgjorde en äldre timotejvall, där timotej var på tillbakagång, bil. 5.1.—2.

Följande försöksled har här intresse:

- (1) Plantering i öppen grop, gran 2/2
- (2) Plantering i öppen grop, gran 2/2. Planteringshålet fylldes med matjord som hämtades från de ihopkörda högarna. Varje planta tillfördes ca 1 liter matjord
- (3) Som (1), fast tall 2/1
- (4) Som (2), fast tall 2/1

Metoder (1)—(4) användes på S.1029, metoder (1) och (3) på S.1030.

Tabell 14.3. sammanfattar planteringsresultatets utveckling t. o. m. 5 vegetationsperioder efter plantering. Först konstateras att anmärkningsvärda skillnader beträffande överlevelseprocenten ej föreligger mellan försöksled och ytor, med undantag för tall på ytan S.1030. Tallplantorna utsattes här för betydande fejningsskador av rådjur mellan 3:e och 5:e vegetationsperioden, medan granplantorna litet skadades, uppställningen nedan.

S.1030

Efter 5 veg.per. av rådjur skadade plantor, procent av antal planterade plantor No. of seedlings damaged by roe after 5 years, per cent of planted seedlings					
Tall Pine			Gran Spruce		
skadade damaged	dödade killed	totalt total	skadade damaged	dödade killed	totalt total
9,2	10,0	19,2	1,6	1,7	3,3

Tab. 14.4. Blockvisa värden på planthöjd å ytor S. 1029 och S. 1030, jfr. tab. 14.3.

Seedling heights, by blocks, for plots S. 1029 and S. 1030, cf. Table 14.3.

Block	S.1029								S.1030							
	Metod				Metod				Metod				Metod			
	(1)		(2)		(3)		(4)		(1)		(3)		(1)		(3)	
	H ₀	H ₅	H ₀	H ₅	H ₀	H ₅	H ₀	H ₅	H ₀	H ₅	H ₀	H ₅	H ₀	H ₅	H ₀	H ₅
A	18,7	34,9	20,1	28,0	12,3	78,1	12,7	74,5	18,6	68,5	11,5	61,1	18,6	68,5	11,5	61,1
B	18,5	41,9	22,4	36,0	12,1	83,2	14,6	94,1	18,3	64,5	12,1	79,6	18,3	64,5	12,1	79,6
C	19,5	35,9	25,5	48,3	9,2	79,7	11,9	82,6	23,6	76,9	12,9	76,6	23,6	76,9	12,9	76,6
D	22,5	35,1	27,8	41,0	11,2	87,4	10,3	87,1	24,6	69,6	13,1	75,4	24,6	69,6	13,1	75,4

Genomsnittlig årlig höjdtillväxt till och med 5:e vegetationsperioden framgår av uppställningen nedan; medelfel beräknades ur tab. 14.4., som ger blockvisa värden på H₀ och H₅.

Metod	Årlig medeltillväxt, cm, under 5 år	
Method	Yearly mean height increm., cm, during 5 years after planting	
	S. 1029	S. 1030
(1)	3,4 ± 0,4	9,7 ± 0,4
(2)	2,9 ± 0,6	
(3)	14,2 ± 0,4	12,2 ± 0,8
(4)	14,4 ± 0,8	

Med hänsyn till det ringa medelfelet i höjdtillväxt är det sannolikt att huvuddelen av tillväxtskillnaden för gran mellan ytorna kan tillskrivas borttagningen av matjord. Tall förefaller vid första påseende ej ha påverkats av matjordens frånvaro. Sannolikt torde emellertid viltskadorna på yta S.1030 ha påverkat tallens höjdtillväxt. Av tab. 14.3. framgår att årlig medeltillväxt efter 3 vegetationsperioder var respektive 6,7 och 11,9 cm å ytor S.1029 och S.1030, d. v. s. avsevärt större höjdtillväxt där matjorden var intakt. Då det emellertid ej heller kan uteslutas att tall på yta S.1029 haft startsvårigheter, vilka övervunnits efter 3 vegetationsperioder, kan endast konstateras att tall haft en överlägsen utveckling gentemot gran på yta S.1029, jfr fig. 14.2. Anmärkningsvärd är frånvaron av utslag för såväl gran som tall för inblandning av matjord i planteringshållet.

Det förefaller som om gran skulle ha övervunnit de första svårigheterna och mellan 3- och 5-årsrevision påbörjat en viss höjdtillväxt efter de första årens stagnation, fig. 14.2. Fortfarande är emellertid granplantornas kondition nedsatt, tab. 14.3., varför en eventuell livligare höjdtillväxt ännu torde dröja.

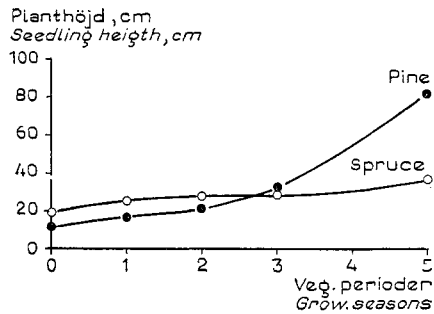


Fig. 14.2. Tall- och granplantors utveckling vid plantering i markyta på yta S. 1029, där matjordslagret avlägsnats. Plantering i öppen grop.
Development of pine and spruce planted on plot S. 1029, from which the mineral soil had been stripped. Open-pit planting.

Bilaga 5.2. visar den stora skillnaden i vegetationsförekomst och vegetationssammansättning på de två ytorna. På yta S.1029, matjord borta, bedömdes vegetationen efter 1 vegetationsperiod täcka markytan endast till 40 procent mot 100 procent på yta S.1030. Gräs förekom i ringa utsträckning på yta S.1029, till skillnad från yta S.1030. Vegetationens svårighetsgrad, V.r.s.₂₅, framgår av uppställningen nedan.

Veg.per. efter plant. No. of grow. seasons after plant.	V.r.s. ₂₅	
	S. 1029	S. 1030
1	1,0	2,3
2	1,0	2,5
3	1,0	2,4

Borttagning av matjord har sålunda på ett radikalt sätt förändrat vegetationsförhållandena i en för barrträdsplantorna gynnsam riktning, åtminstone de 3 närmaste åren efter plantering.

Kap. 15. Sorkskador

Som nämnts i Kap. 3 och i andra avsnitt utsattes plantor på ett flertal ytor för svår skadegörelse av sork under senhösten 1961 och vintern 1961/62 som följd av den massförökning av smågnagare som inträffade under 1961. Genom sättet för försöksytornas anläggning erhöles möjlighet att på ett reproducerbart sätt undersöka huruvida planteringar efter olika markbehandlingar eller planteringsförfaranden skadats i olika hög grad. Resultat av sådan undersökning publicerades av BÄRRING (1963 a). Det framkom att riklig vegetation befrämjat uppkomst av skador. Beträffande olika planteringsförfaranden och markbehandlingar visade det sig vid revision hösten 1962 att skillnaden i antalet svårt sorkskadade plantor mellan plantering på tilta och i grässvål på 7 ytor varierade mellan 1,9 och 17,6 procentenheter till tiltplanterings nackdel, och på 2 ytor mellan 4,4 och 6,3 procentenheter till tiltplanterings fördel. I genomsnitt blev skillnaden i antalet svårt skadade plantor 6,4 procentenheter till tiltplanterings nackdel. Med t-test efter arcus-sinuustransformering kan visas att värdet är insignifikant. Medeldifferensen blir $0,117 \pm 0,060$ och $t = 1,95$, vilket ger $P > 0,05$. Vidare framkom att plantor i herbicidrutor, 7×7 dm, skadades något mindre än plantor i obehandlad vegetation, se även tab. 15.1.

Flera anledningar finns att sorkskador här ägnas ett särskilt avsnitt. Främst finns tillfälle att belysa den vidare utvecklingen av skadade plantor. Vidare är det angeläget att komplettera framställningen 1963 med då befintliga, men förbisedda ekologiska undersökningar, som underlättar förståelsen av vegetationens roll för sorkskadors uppkomst. Här skall vidare skador redovisas på ett delvis annat sätt än 1963. Slutligen finns anledning att något diskutera tiltplanterings betydelse för skadors utbildning.

15.1. Sorkskadors samband med vegetationens riklighet

AV BÄRRING (1963 a) framgår att på ett antal försökslokaler, där vegetationsskillnader av olika anledningar förekom mellan närbelägna ytor, skadades plantor lindrigast på ytor som var vegetationsfattigast. Om, med tab. 1. i nämnt arbete som underlag, procenten svårt skadade plantor (borrplantering direkt i marken) upplägges över V.r.s.₂₅ hösten

Antal svårt sorkskadade plantor vid revision 1962; procent av hösten 1961 levande plantor.
No. seedlings badly damaged by voles at revision autumn 1962; per cent of seedlings alive in autumn 1961.

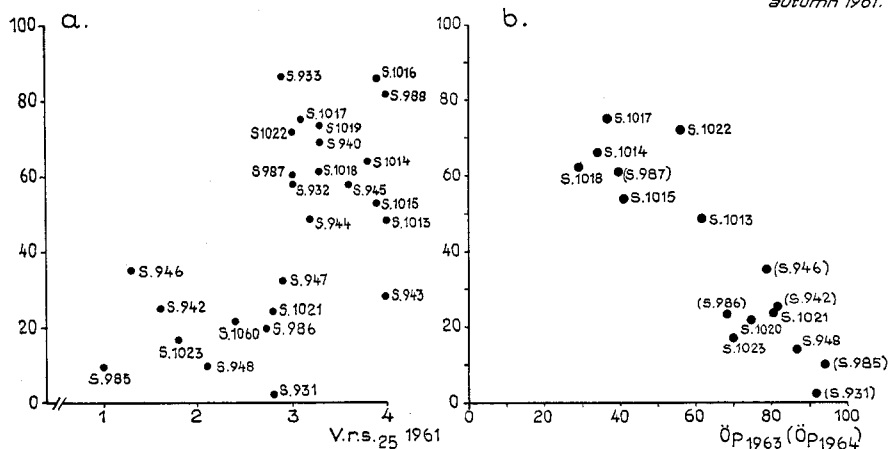


Fig. 15.1. Samband mellan svåra sorkskador hösten 1962 och a) vegetationens riklighet hösten 1961 samt b) överlevelseprocent hösten 1963 eller 1964. Jämför BÄRRING (1963 a), tab. 1.

Relation between severe vole damage in autumn 1962 and a) abundance of vegetation in autumn 1961 and b) survival percentage in autumn 1963 or 1964. Cf. BÄRRING (1963 a), Table 1.

1961 framkommer fig. 15.1. (a). I figuren erhöles V.r.s.₂₅¹⁾ efter numerisk utjämning, jfr bil. 4.1. Ytor medtogs endast där sorkskador överhuvudtaget förekommit. Ett starkt samband föreligger mellan V.r.s.₂₅ hösten 1961 och under efterföljande vinter svårt skadade plantor. I fig. 15.1. (a) utgöres svårt skadade plantor av dödade plantor + plantor som bitits av så långt ned på stammen att plantstorleken betydligt nedsatts. Sistnämnda plantkategori urskildes subjektivt under fältarbetet. Objektiviteten prövades redan i nämnt arbete 1963, tab. 2. I fig. 15.1. (b) föreligger en ytterligare prövning genom att sambandet överlevelseprocent 1963 eller 1964 — procent svårt skadade plantor 1962 visas för ytor som reviderats dessa år, jfr Kap. 5 och bil. 5.1. Genom att vissa ytor (yt nummer inom parentes i fig. 15.1. [b]) var 4 år gamla 1963, och 4 års-revision ej utföres, 4.4., har överlevelseprocenten 1964 måst användas för dessa ytor. Vare sig ytorna medtages eller ej är emellertid sambandet starkt mellan överlevelseprocent 1963 eller 1964 och 1962 svårt sorkskadade plantor.

¹⁾ I tab. 1., BÄRRING (1963a), upptages V.r.s.₂₅ efter grafisk utjämning, därav eventuella skiljaktigheter i V.r.s.₂₅ mellan nämnda tab. 1. och fig. 15.1. (a).

Tab. 15.1. Sorkskadors inverkan på plantors överlevande vid plantering på enkel tilta (b) och i markyta samt vid plantering i markyta med och utan efterföljande herbicidbesprutning. Gran. Jämför BÄRRING (1963 a), tab. 13 och 16.

Influence of vole damage on plant survival on single plough ridge (b) and at normal ground level. Also the same influence at planting at normal ground level, with and without subsequent herbicide spraying. Spruce. Cf. BÄRRING (1963 a), Tables 13 and 16.

Yta Plot	Differens tilta - markyta i: Difference plough.ridge - soil surface in:		
	Ö _{P1961}	Svårt sorksk. pl. 1962 Seedlings badly damaged by voles, autumn 1962	Ö _{P1963} el. Ö _{P1964} or
	Procentenheter Percentage units		
S.948	0,0	2,0	8,0
S.985	1,3	12,9	1,3
S.986	- 8,0	8,4	-12,0
S.987	7,3	17,6	3,4
S.1014	- 0,7	- 6,3	18,7
S.1022	-11,3	5,4	11,3
M	- 1,9	6,7	5,1
	Differens herbicidbespr. - obehandlat Difference herbicide - no herbicide		
	Procentenheter Percentage units		
S.1015	0,7	-14,8	23,3
S.1017	1,3	-13,6	18,0
S.1021	1,3	-11,4	12,6
S.1022	- 0,7	-17,7	13,3
S.1023	- 7,3	-12,1	3,3
M	- 0,9	-13,9	14,1

15.2. Plantutvecklingen efter sorkskador vid plantering i grässvål, på tilta och efter herbicidanvändning

Tabell 15.1. visar differensen i procentenheter i antalet svårt sorkskadade plantor vid revision 1962 mellan plantering på tilta och plantering i grässvål, samt mellan plantering i grässvål med och utan herbicidbesprutning 7×7 dm. Värden för sorkskador erhöles från BÄRRING (1963 a) tabeller 13 och 16, och uttrycktes i procent av hösten 1961 levande plantor. Då avsikten är att belysa den vidare plantutvecklingen medtogs från tab. 13 endast ytor som reviderats 1963 eller 1964. Från tab. 16 i nämnda arbete 1963 medtogs herbicidanvändning som gav den minsta besprutningseffekten. Följande herbicider och doseringar användes:

S.1015 dalapon 10 kg/ha. Plantor skyddade av tratt

S.1017 » 10 » » » » »

S.1021 simazin 20 kg/ha. Direktbesprutning

S.1022 » 20 » »

S.1023 » 10 » »

Differens tilta—markyta i överlevelseprocent 1961 och 1963 eller 1964 erhöles från tab. 12.5.¹⁾ Motsvarande differenser för herbicidanvändning—obehandlat hämtades från bil. 5.1. och bil. 13.2.

Tabell 15.1. visar att i genomsnitt 8 procentenheter fler planter på tilta utsatts för svåra sorkskador i förhållande till planter i markyta. På en yta, S.1014, inträffade även att planter på tilta skadats något mindre än planter i grässvål. Planter på tilta synes emellertid ha övervunnit sorkskadorna avsevärt bättre än planter i grässvål. Efter revision 1963 (ytor S.948, S.1014 och S.1022) eller 1964 (ytor S.985—7) var nämligen överlevelseprocenten i genomsnitt 6,1 procentenheter större för plantering på tilta än för plantering i grässvål. Om på yta S.986 hänsyn tages till att överlevelseprocenten var 8 procentenheter mindre för tiltplantering hösten 1961 än för plantering i grässvål finner man att planter på tilta på samtliga ytor återhämtat sig bättre från skadorna än planter i gräset.

Planter i herbicidrutor uppvisar en oenhetlig tendens i förhållande till planter i gräset.

15.3. Diskussion

Det har av det föregående klart framgått att sorkskador på granplanter varit avsevärt större på vegetationsrika än vegetationsfattiga områden. COULIANOS—JOHNELS (1962) nämner att inom en begränsad lokal där vegetationen kortklippts, men smärre områden lämnats oklippta, var sorkaktiviteten vintern 1960/61 och 1961/62 uteslutande lokaliserad till oklippta områden. NOTINI (1964) visar vidare att skador på tall i en fröplantage var starkt koncentrerade till parceller med gräs, medan gräsfri parcell uppvisade små skador. Även undersökningar och erfarenheter utomlands visar att ett samband sorkskador eller sorkaktivitet—vegetationens riklighet existerar, jfr EADIE (1953), CURTIS (1965), TINGA—GARRETT (1966) i USA och FRANK (1956) i Tyskland.

Vegetationens roll för olika djurarters möjlighet att övervintra i kallt klimat undersöktes av COULIANOS—JOHNELS (1962) och COULIANOS (1962). Av särskild betydelse framhålls det så kallade subnivala luft-

¹⁾ Ytan S. 986 är ej upptagen i tab. 12.5. av det skälet att enda försöksledet med plantering i grässvål utfördes hösten 1960, medan tiltplantering utfördes våren 1960. Vid redovisning av sorkskador 1963 ansågs denna skiljaktighet ha mindre betydelse. För konsekvensens skull medtages ytan även här.

rummet vara, d. v. s. det luftrum som uppkommer mellan markyta och snötäcke vid förekomst av vegetation. Denna bär upp snötäcket, varigenom det nämnda luftrummet uppkommer. I detta synes temperaturförhållandena vara så höga och jämna att ett djur som åkersork skall kunna övervintra. En förklaring erhålles härigenom till att riklig vegetation gynnat sorkskadors utbildning.

ENGSTRÖM—STENMARK (1963), NOTINI (1964) samt GIEGE (1966) synes vara skeptiskt inställda till tiltplantering. Samtliga anser att sorkarnas biotop förbättras av tiltorna, varigenom ökad risk för skador uppstår. Gynnsam faktor skulle därvid de dubbla grässvålarna vara. Utan att gå närmare in på frågan kan dock framhållas att vid riktigt utförd tiltplöjning som förberedelse för plantering skall tiltorna vara renskurna, varvid de ligger dikt an mot markytan. Mikrometeorologiska mätningar, redovisade i 16.9.2.2., visar vidare att för sorkar negativt verkande faktorer sannolikt även existerar vid tiltplöjning. Snötäcket synes sålunda bli mindre över tiltor än plan mark, vidare synes tiltor lätt genomfrysas. Vidare bör ihågkommas att under en massförökning tvingas sorkarna att även ta i anspråk för dem icke helt optimala områden, jfr NOTINI (1964).

Som redovisats, BÄRRING (1963 a), erhöles på 9 försöksytor där tiltplantering prövats jämsides med plantering i markyta i genomsnitt 55 procent svårt skadade plantor på tilta mot 49 procent svårt skadade plantor på obearbetad mark. Här har emellertid visats att sorkskadade plantor på tilta synes ha återhämtat sig avgjort bättre på samtliga undersökta ytor än plantor på plan mark, tab. 15.1., vilket 1—2 vegetationsperioder efter skadornas inträffande, i allmänhet resulterat i högre överlevelseprocenter för tiltplantering än plantering i obehandlad grässvål. Undersökningen har sålunda inte kunnat bekräfta de uttalade farhågorna rörande tiltplantering och sorkskador.

Möjligheterna att förebygga sorkskador diskuteras av bl. a. BÄRRING (1963 a). Det framgår av detta arbete och NOTINI (1964) att åkersork torde ha varit den art som givit allvarligaste skadorna i unga barrträdplanteringar på åkermark vintern 1961/62. Att åkersork är den farligaste sorkarten för skogsträdsplantor framhåller redan GRÖNBERG (1906). Som en direkt följd av undersökningsresultaten 1963 framhölls att förändring av åkersorks biotop i en för djuret ogynnsam riktning torde erbjuda goda möjligheter att undvika svåra skador. JOHNELS (1963), NOTINI (1964) och GIEGE (1966) framhåller även detta. Lättast torde en sådan biotopförändring kunna åstadkommas före plantering genom trädning. Även partiella åtgärder mot vegetationen, intill plantorna, kan antagas ha viss verkan för att minska sorkskador, tab. 15.1.

Genom att åkermark planteras i så nära anslutning som möjligt till jordbruksdriftens upphörande undviks vidare att miljön redan från början gynnar åkersork. Emellertid torde trädning vara en tämligen dyrbar åtgärd, vidare torde vegetationen efter en tid återkomma och på nytt kunna utgöra biotop för åkersork, jfr 12.6. och Kap. 18. Behov finns därför av åtgärder mot skadegörelse i redan anlagda planteringar.

Olika möjligheter i form av utläggning av giftbeten, besprutning av vegetationen med klorerade kolväteföreningar, behandling av plantor med avskräckningsmedel har här i landet undersökts, STENMARK—VON ROSEN (1959), STENMARK (1962), ENGSTRÖM—STENMARK (1963), NOTINI (1964). Med hänsyn dels till giftfaran gentemot andra djur, dels till risk för invandring av nya djur från obehandlade arealer i anslutning till behandlade områden vid användning av giftbeten och klorerade kolväten förefaller avskräckningsmedlen vara mest intressanta. Resultat antyder att de kan erbjuda en framkomlig väg, NOTINI (1964). För dessa medels användbarhet talar det välkända sammanbrottsfenomenet vid massförekomst av smågnagare inklusive åkersork, jfr bl. a. sistnämnda arbete och BERGSTEDT (1965). Medlen behöver därför många gånger verka blott över en vinter, eftersom det sedan torde dröja flera år innan en eventuell ny massförökning uppstår, bl. a. WILDHAGEN (1952), PEDERSEN (1955), BRAMBELL (1958), SCHINDLER (1959) och MYRBERGET (1965). Särskilt torde detta gälla vad NOTINI (1964), sid. 17, kallar sekundära biotoper, d.v.s. områden som i huvudsak invaderas i anslutning till toppår i förekomst. På primära biotoper, gräsrik, lätt fuktig, lättgrävd mark, gärna i närheten av vatten, BERGSTRÖM (1948), torde riskerna för kontinuerliga skador vara större. Här kan antagas att det är särskilt betydelsefullt att kraftiga biotopförändrande åtgärder insättes före plantering, om sorkförekomst noteras.

Av betydelse för att minska verkningarna av sorkangrepp synes vidare planteringsförfarandet vara. Metoder som verkar allmänt positivt på plantors överlevande och utveckling, Kap. 11—13, kan under vissa förhållanden underlätta plantors återhämtning från skador, 15.2.

Kap. 16. Vårvinterskador

16.1. Upptäckt av skadorna

Under övergången mellan vinter och vår år 1964 drabbades unga granplanteringar, särskilt på åkermark, i södra Sverige av en skadegörelse som yttrade sig i att barren starkt rödfärgades för att så småningom falla av, fig. 16.1.—2., sid. 169. Betydande skador som påminde om dem å granplantor kunde även iakttagas å risvegetationen i skogarna. Sådana skador registrerades också i vissa delar av Finland vårvintern 1964, jfr HAVAS (1966).

Författaren kom i kontakt med skadorna på granplantor på följande sätt. Den 23 mars 1964 besökte jag försöksytor S.1024 och S.1064—65 vid Västerby skogsbruksskola, intill Linköping, för viss provtagning. Intet för årstiden anmärkningsvärt, annat än en viss gulfärgning, iaktogs beträffande granplantornas utseende. Vid återbesök den 15 maj uppvisade granplantorna emellertid alla stadier av nämnda skador. På vissa av ytorna var 60—80 procent av plantorna till synes förstörda. Föreståndaren på skogsbruksskolan, rektor L. STARRÄNG, har meddelat att skadorna började framträda under senare hälften av april månad. Under tiden mellan besöken på skogsbruksskolan iakttog jag under fältarbete i Södermanland skador av beskrivet slag i flera unga planteringar.

De iakttagelser som gjordes och informationer som erhöles gjorde att ett antal försöksytor i Södermanland och Östergötland inventerades med hänsyn till förekomst av liknande skador. För revisionen, som å flertalet ytor utfördes i slutet av maj månad år 1964 av skogstekniker KURT HOLM, upprättades en särskild instruktion.

Revisionen visade att olika försöksled i vissa fall drabbats synnerligen olika av skadorna. På ytorna förelåg därjämte enhetliga drag i skadornas utbildning i olika försöksled.

Vårvinterskadorna 1964 är ej enastående. Våren 1962 förekom lindriga skador i Boxholm och Stegeborg av samma utseende som under 1964. De på våren 1962 observerade skadorna var dock övervunna på hösten samma år. Även vårvintern 1965 förekom skador av diskuterat slag. I Dalsland iakttog jag betydande sådana i april månad i ett par granplanteringar, liksom i Östergötland i maj månad. Från Jönköpings län inkom rapport om att en ca 20 ha stor granplantering på åkermark uppvisade allvarliga symptom som tydde på samma skadegörelse.

16.2. Revision av vårvinterskador

Vid revisionen våren 1964 användes ordinarie revisionsprotokoll. På dessa var plantor angivna vilka var döda hösten 1963. Det var därigenom möjligt att avgöra vilka plantor som sedan dess gått ut.

Skadorna uppvisade varierande styrka och föreföll att ha haft en viss utsträckning i tiden när det gäller symptomens utbildning. Samtidigt som barrmassan å vissa plantor var helt rödfärgad, förekom andra plantor på vilka barren helt eller delvis fällts till marken. Å andra plantor åter var endast de översta toppskotten och sidogrenarna skadade, fig. 16.2. Alla övergångar mellan beskrivna styrkegrader fanns. Benämningen vårvinterskador användes i fortsättningen som ett uttryck för dessa skador.

Vid revisionen på våren förekom på ytorna ett ringa antal plantor för vilka tveksamhet förelåg huruvida de varit utsatta för den skildrade påverkan. Sådana plantor ingår ej i redovisningen i fortsättningen, jfr dock 16.7.

Under fältarbetet våren 1964 angavs för varje planta, med klassvidden 10 procent, hur stor del av barrmassan som bedömdes vara levande. Samtidigt graderades plantvitaliteten på sätt som framgår av 4.4.

Följande ytor besöktes våren 1964 S.1024, S.1064—65, S.1070—77, varav samtliga utom S.1065 reviderades. De tre förstnämnda ytorna är belägna i Östergötlands län, övriga i Södermanlands län. Alla ytor anlades 1963 utom S.1024 som var anlagd 1962.

Vid ordinarie revision hösten 1964 konstaterades att en kraftig avgång inträffat sedan föregående revision på några ytor som ej besöktes eller reviderades på våren, fig. 16.3. Då vegetationsperioden 1964 ur planteringssynpunkt ej skiljer sig från övriga år under 1960-talet som visats i Kap. 9, och för övrigt ingen särskild orsak till avgången kunnat fastställas å dessa ytor är avgången sålunda svårförklarad, särskilt på ytor S.1026, S.1028 och S.1065. Enda rimliga anledning till denna synes vara att även de varit utsatta för vårvinterskador. För detta talar bl. a. förekomst av topptorra plantor. På grund av anförda skäl medtogs de fem ytorna i fig. 16.3. i bearbetningen.

Förutom vårreviderade ytor och nämnda höstreviderade ytor ingick ytor enligt tab. 16.1. i ordinarie revision på hösten 1964. Ytor S.941 och S.1027 är planterade med tall, övriga ytor med gran. Å granytorna skiljer sig överlevelseprocenten vid revisionen 1964 mera avsevärt från överlevelseprocenten vid sista ordinarie revisionen före 1964 å ytor S.929, S.942, S.986—7, S.1061. Å ytor S.942 och S.986—7 torde en stor del av plantavgången mellan de båda revisionstillfällena vara en följd av sorkskador 1961—62, genom att avbitna plantor, vilka bildat adventivskott, ej förmått fortleva, jfr fig. 15.1. Anteckningar föreligger dock från revisionen 1964, vilka tyder på att

Tab. 16.1. Överlevelseprocent hösten 1964 samt vid närmast föregående ordinarie revision på försöksytor, vilka reviderats hösten 1964, men ej bearbetats med avseende på vårvinterskador. Tall på ytor S. 941 och S. 1027, f.ö. gran

Percentage survival, both in autumn 1964 and at the previous normal revision of the plots revised in autumn 1964, which were not included in the material for processing of late-winter damage. Pine on plots S. 941 and S. 1027, otherwise spruce.

Yta Plot	Anlagd år Year laid out	Sista rev. före 1964 Last rev. before 1964		ö _p 1964
		År Year	ö _p	
S. 929	1960	1962	78,3	63,3
S. 931	1960	1962	92,5	92,5
S. 941	1960	1962	99,3	99,3
S. 942	1960	1962	91,3	81,3
S. 985	1960	1962	95,3	94,0
S. 986	1960	1962	80,7	68,0
S. 987	1960	1962	71,3	39,3
S. 1027	1962	1963	92,5	82,5
S. 1029	1962	1963	92,5	92,5
S. 1030	1962	1963	99,2	98,3
S. 1061	1962	1963	94,7	81,3
S. 1062	1962	1963	98,0	96,7
S. 1063	1962	1963	98,7	98,7

vårvinterskador dessutom kan ha förekommit, vilket även är fallet beträffande ytor S.929 och S.1061. Då emellertid osäkerhet råder rörande orsak till plantavgång på ytorna ifråga har de ej medtagits i bearbetningen, jfr dock 11.4.

Beträffande här berörda ytors belägenhet se fig. 5.1. och 16.9.; jfr dessutom 16.4. och bil. 5.1.

16.3. Bearbetning och redovisning av insamlat material

Vårvinterskador redovisas genom att i tabeller och text uppgift lämnas om hur många planter, uttryckt i procent av vid närmast föregående, ordinarie revision levande antal planter, som vid vår- eller höstrevison 1964 uppvisat olika grader av nämnda skador. Med undantag av ytan S.946, där närmast föregående ordinarie revision var 1962, utgjorde hösten 1963 närmast föregående ordinarie revisionstillfälle för alla ytor.

Följande skadekategorier urskiljes i bearbetningen:

				Procent levande barrmassa Per cent live needles
1. procent plantor med: per cent seedlings with:				0
2. » » »				$> 0 \leq 10$
3. » » »				$\leq 10 (1+2)$
4. » » »				$\geq 50 < 100$
5. » » »				100
6. » » »				$\geq 50 (4+5)$

Beträffande klass 2 tillkommer att plantvitaliteten skulle vara 1, dålig.

På ytor som endast höstreviderades 1964 var det ej möjligt att så detaljerat som vid vårrevisionen beskriva skadorna. Som följd härav har skadekategori 4 ovan ej kunnat angivas för höstreviderade försöksytor. Till levande plantor med högst 10 procent levande barrmassa hänfördes på dessa ytor alla topptorra plantor med vitalitetsbeteckning 1.

Vid statistiska analyser användes kategorier 3 och 6 som uttryck för hur plantor i olika försöksled skadats, respektive undgått skador. De mest objektiva kriterierna är utan tvivel kategorierna 1, plantor utan levande barrmassa, och 5, oskadade plantor. Dessa kategorier ger emellertid ej alltid en rättvisande bild av skadors omfattning. Då två metoder jämföres förekommer nämligen att plantor behandlade med ena metoden uppvisat ett stort antal plantor utan levande barrmassa, medan den andra metoden haft betydligt mindre antal sådana plantor, men i gengäld ett större antal plantor som befunnit sig i mycket svag kondition (vitalitet 1), och haft endast ringa barrmassa ännu levande. En analys grundad enbart på barrlösa plantor skulle i sådana fall ej ge ett rättvisande utslag. Mera verklighetsbetonat är att slå samman dessa båda plantkategorier. Ur praktisk synpunkt är de också i det närmaste likvärdiga. Motsvarande synpunkter kan läggas på oskadade och lindrigt skadade plantor. Vid statistiska tester transformerades överlevelseprocenterna enligt Kap. 6.

I tabeller redovisad relativ höjd och tillväxt beräknades från bil. 16.1.

16.4. Exempel på omfattning och utbredning av vårvinterskador 1964

Skadornas omfattning framgår av tab. 16.7. och tab. 16.4. för en på alla försöksytor gemensam planteringsmetod, nämligen 1-mans borrhälsplantering direkt i markvegetationen, försöksledet kontroll. Skadade, bearbetade ytor, 15 till antalet, är med undantag av en yta, belägen i Kalmar län, belägna i Södermanlands och Östergötlands län. I dessa län

reviderades ytterligare 3 ytor med gran anlagda före 1964, S.942, S.1029—30, tab. 16.1. Ytorna var opåverkade. Inte mindre än 14 försöksytor av 17 reviderade, d. v. s. över 80 procent, utsattes således för skadegörelse i de båda länen. På 7 av skadade ytor saknade med ovan nämnt planteringsförfarande mer än 50 procent av hösten 1963 levande planter levande barr våren 1964. Flertalet av försöksytorna är ej extremt belägna. Då spridning i deras belägenhet vidare förefinns, fig. 16.9., kan således antagas att skadegörelsen på unga granplanteringar under likartade förhållanden som på ytorna varit betydande i båda länen under våren 1964.

Detta verifieras genom material som byråchef ERIK SILLERSTRÖM ställt till mitt förfogande. Under sin tid som länsjägmästare i Södermanlands län lät han skogsvårdskonsulenterna, då de vid förrättningar kom i kontakt med skadade planteringar, göra noteringar om beskrivna skadors omfattning. Någon totalinventering är det således inte fråga om. Materialet omfattar 59 objekt planterade under 1961—63 med gran, huvudsakligen 2/1 och 2/2. Observationerna över skadornas omfattning gjordes under tiden 22 april—2 juni 1964. Objekten fördelar sig på följande sätt på urskilda skadeklasser:

Procent skadade planter Per cent seedlings damaged				
100	75—100	50—75	20—50	
10,2	23,7	32,2	33,9	Procent objekt Per cent object

Ytor där vårvinterskadorna kan ha förekommit, men som ej ingår i bearbetningen, 16.2., är belägna i Gävleborgs och Örebro län.

16.5. Vårvinterskadors utbildning i olika försöksled

Olika behandlingar jämföres hela tiden med en för alla försöksytors gemensam kontroll, nämligen 1-mans borrhplantering direkt i markvegetationen. Utom då fråga är om jämförelse mellan planteringsmetoder användes 1-mans borrhplantering i alla jämförda försöksled.

16.5.1. Fläckhackning

På samtliga 7 försöksytor med fläckhackning undgick planter i fläckhackningsrutor skador i avsevärt högre grad än planter satta i vegetationen, tab. 16.2. Skillnaderna är signifikanta med $P < 0,01$, respektive $P < 0,02$ enligt t-test.

I allmänhet stimulerades höjdtillväxten av fläckhackning. På en av



Fig. 16.1. Skadad grankultur, Mellösa, Södermanlands län. Foto: byråchef E. SILLERSTRÖM den 21 april 1964.

Damaged spruce plantation, Mellösa, Södermanland province. Photo: April 21, 1964 by E. SILLERSTRÖM.



Fig. 16.2. I toppen skadad granplanta. Foto den 2 juni 1964.

Spruce plant damaged in the top. Photo: June 2, 1964.

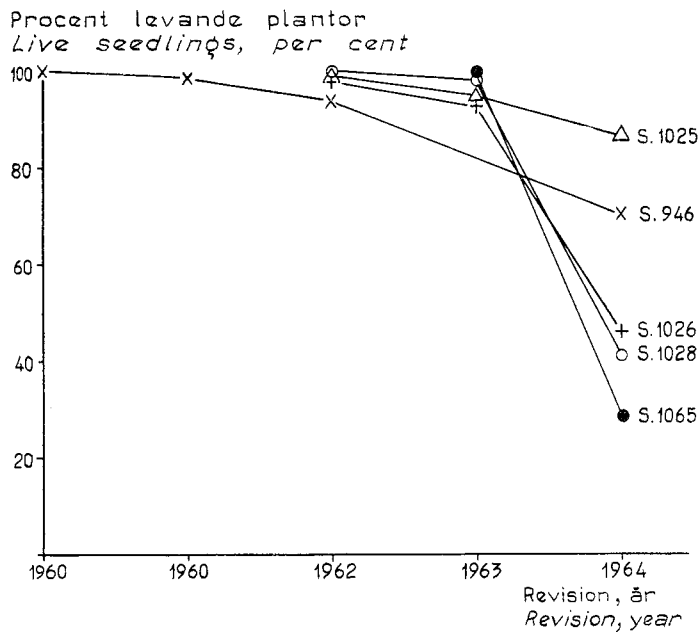


Fig. 16.3. Överlevelseprocentens utveckling för borrhplantering i markyta på försöksytor, vilka ingår i bearbetningen av vårvinterskador, men som endast reviderats på hösten 1964. Gran.

Progression of survival percentage for seedlings auger planted on plots included in the examination for late-winter damage, which—regarding winter damage—were reviewed only in autumn 1964. Spruce.

Tab. 16.2. Vårvinterskador på plantor efter borrhplantering i markyta (kontroll) och i fläckhackningsruta. Gran.

Late-winter damage to seedlings auger planted both without accompanying screefing (control) and with screefing (40 cm × 40 cm). Spruce.

Yta	Kontroll Control							Fläckhackning 4 x 4 dm Screefing, 4 x 4 dm									
Plot	Ant. lev. plantor hösten 1963	Procent plantor av (2) med procent levande barr-massa vid revision 1964 Number seedlings, per cent of (2), with live needles, per cent, at revision 1964						Ant. lev. plantor hösten 1963	Procent plantor av (9) med procent levande barr-massa vid revision 1964 Number seedlings, per cent of (9), with live needles, per cent, at revision 1964						Rel. höjd-tillv. 1963 Kontroll = 100	Rel. m.höjd hösten 1963 Kontroll = 100	
	No. live seedl. autumn 1963							No. live seedl. autumn 1963							Rel. height growth 1963 Control = 100	Rel. mean height autumn 1963 Control = 100	
		0 %	> 0 ≤ 10 %	≤ 10 %	≥ 50 < 100 %	100 %	≥ 50 %		0 %	> 0 ≤ 10 %	≤ 10 %	≥ 50 < 100 %	100 %	≥ 50 %			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
S. 1026	139	50,4	0,7	51,1	-	34,5	34,5	148	28,4	0,7	29,1	-	60,8	60,8	63	92	
S. 1028	147	52,4	8,8	61,2	-	17,0	17,0	144	41,7	8,3	50,0	-	30,6	30,6	200	99	
S. 1064	150	58,0	9,3	67,3	26,7	0,7	27,4	150	28,0	20,7	48,7	34,7	2,0	36,7	105	100	
S. 1065	60 ¹⁾	71,7	5,0	76,7	-	10,0	10,0	60 ¹⁾	31,7	3,3	35,0	-	20,0	20,0	98	102	
S. 1072	147	63,3	7,5	70,8	12,9	2,7	15,6	150	0,7	2,7	3,4	32,7	54,7	87,4	142	99	
S. 1073	137	62,8	6,6	69,4	15,3	0,0	15,3	144	18,1	5,6	23,7	50,7	5,6	56,3	109	104	
S. 1077	122	65,6	13,9	79,5	10,7	0,8	11,5	147	21,8	12,9	34,7	46,3	2,0	48,3	132	101	
M:	129	60,6	7,4	68,0	16,4	9,4	25,8	135	24,3	7,7	32,0	41,1	25,1	66,2			
Differens kolumn 5 - 12: 36,0**																	
" " 15 - 8: 40,4* (P<0,02)																	

1) Endast 2 block reviderade. Only 2 blocks were revised

Tab. 16.3. Vårvinterskador på plantor efter borrhplantering på enkel tilta, standardmetod (b), och i markyta (kontroll). Gran.

Late-winter damage to seedlings, both those auger planted on a single plough ridge (b) and those auger planted in unploughed ground (control). Spruce.

Yta	Kontroll Control							Enkel tilta Single plough ridge									
	Plot	Ant. lev. plantor hösten 1963 No. live seedl. autumn 1963	Procent plantor av (2) med procent levande barr- massa vid revision 1964 Number seedlings, per cent of (2), with live needles, per cent, at revision 1964						Ant. lev. plantor hösten 1963 No. live seedl. autumn 1963	Procent plantor av (9) med procent levande barr- massa vid revision 1964 Number seedlings, per cent of (9), with live needles, per cent, at revision 1964						Rel. höjd- tillv. 1963 Kontroll = 100 Rel. mean height growth 1963 Control = 100	Rel. m.höjd hösten 1963 Kontroll = 100 Rel. height autumn 1963 Control = 100
			0	> 0 ≤ 10	≤ 10 ≤ 50	> 50 ≤ 100	100	> 50		0	> 0 ≤ 10	≤ 10 ≤ 50	> 50 ≤ 100	100	> 50		
			%	%	%	%	%	%		%	%	%	%	%	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
S.1024	149	23,5	18,1	41,6	26,2	4,0	30,2	148	26,4	5,4	31,8	45,9	4,1	50,0	85	91	
S.1025	143	8,4	2,1	10,5	-	73,4	73,4	149	8,1	0,7	8,8	-	71,1	71,1	95	94	
S.1064	150,)	58,0	9,3	67,3	26,7	0,7	27,4	150,)	76,0	10,7	86,7	8,7	0,0	8,7	119	92	
S.1065	60,)	71,7	5,0	76,7	-	10,0	10,0	59,)	74,6	1,7	76,3	-	11,9	11,9	74	100	
S.1071	147	7,5	15,6	23,1	44,9	6,8	51,7	140	8,6	7,1	15,7	42,1	20,7	62,8	88	87	
S.1072	147	69,3	7,5	70,8	12,9	2,7	15,6	147	2,7	4,8	7,5	19,7	65,3	85,0	84	98	
S.1074	145	18,6	8,3	26,9	42,8	0,7	43,5	144	36,8	12,5	49,3	21,5	0,0	21,5	94	99	
S.1075	137	62,8	6,6	69,4	15,3	0,0	15,3	123	82,1	7,3	89,4	4,1	0,0	4,1	66	86	
S.1076	142	26,1	15,5	41,6	40,1	0,0	40,1	138	35,5	23,9	59,4	25,4	0,0	25,4	96	100	
S.1077	122	65,6	13,9	79,5	10,7	0,8	11,5	133	66,9	9,8	76,7	7,5	0,8	8,3	71	90	
Mr	134	40,6	10,2	50,8	27,4	9,9	37,3	133	41,8	8,4	50,2	21,9	17,4	39,3			
Differens kolumn 5 - 12: 0,6																	
" " " 15 - 8: 2,0																	

1) Endast 2 block reviderade Only two blocks were revised

ytorna, S.1026, växte plantor satta i fläckhackningsruta dock betydligt sämre än plantor satta i vegetation. Trots detta skadades plantor i vegetation betydligt svårare än plantor i fläckhackningsruta.

16.5.2. Tiltplöjning

På 10 ytor, där plantering utförts på tunn, enkel tilta, metod b enligt 12.2., förekom vårvinterskador, tab. 16.3. Tilttjockleken varierade på ytorna mellan 10—15 cm, 12.2.

Plantor på tilta drabbades i medeltal i lika utsträckning av skador som plantor i vegetation, trots sparsam vegetation hösten 1963 på tiltorna på flera ytor, jfr tab. 12.10. och bil. 5.1. På ytor S.1064, S.1074—76, skadades dock plantor på tilta betydligt svårare än plantor i vegetation. På en försöksyta, S. 1072, erhöles ett utslag som starkt avviker från utslaget på övriga ytor. Över 70 procent av plantorna i vegetationen drabbades av sådana skador att de kan anses vara förlorade, medan motsvarande siffra för plantorna på tilta endast utgjorde 7,5 procent. Samtidigt var 65 procent av plantor på tilta oskadade, medan endast knappt 3 procent av plantor i vegetationen undgått skador. Någon omedelbar förklaring till detta, från alla andra ytor, avvikande resultat finns ej. Resultatet diskuteras i 16.10.

På yta S.1024 finns även plantering på tjock tilta, metod c enl. fig.

12.1. Medelvärde på tiltjockleken var 19 cm, medan tjockleken på tunna tiltor var 11 cm. På den tjocka tiltan hade 42,9 procent av plantorna mindre levande barrmassa än 10 procent, medan motsvarande siffra för den tunna tiltan var 31,8 procent. P-värdet för skillnaden är mindre än 0,1. Procenttalen för plantor med mer än 50 procent levande barrmassa var 30,9 för tjock tilta och 50,0 för tunn tilta. Skillnaden är signifikativ med $P < 0,01$. Plantering på tjock tilta, varvid plantrötterna placerats inom tiltan har i detta fall varit ofördelaktigare än plantering på tunn tilta, varvid en del av rötterna placerats såväl inom som under tiltan.

16.5.3. Planteringsmetoder

Två planteringsmetoder kan jämföras med borrhplantering, nämligen plantering med SFI-hacka samt maskinplantering med Wendelplog, vilken är snarlik planteringsplogen Kej-Bäck, H. H. (1951). Jämförelserna är gjorda på likvärdig bas, nämligen plantering direkt i vegetationen med alla metoder. För att erhålla ett större antal jämförelser medtogs beträffande maskinplantering metoden även i kombination med besprutning med herbicid. I dessa fall sker jämförelse med samma behandling till borrhplantering. Använd herbicid var atrazin i doseringen 10 kg/ha.

Tabell 16.4. visar att plantor planterade med SFI-hacka skadats i samma utsträckning som plantor planterade med borrh.

Maskinplanterade plantor, tab. 16.5., synes ha skadats något mindre än borrhplanterade plantor. Värdet på skillnaden mellan metoderna är insignifikant, P dock $< 0,1$.

16.5.4. Plantstorlekar

På 4 ytor med jämförelse mellan normalplantor och »stora» plantor, 14.2., inträffade vårvinterskador, tab. 16.6. Exempel på plantkategorierna, se fig. 4.7.—8. Av tab. 4.2. framgår att normalplantorna har haft ett i förhållande till ovanjordsdelen något större rotsystem än stora plantor.

Tabell 16.6. visar att stora plantor utsattes för skador i något större utsträckning än på motsvarande sätt behandlade normalplantor. Värdet på skillnaden i skadornas omfattning mellan plantkategorierna är dock insignifikant.

16.5.5. Herbicidanvändning

Först utvaldes en för alla ytor gemensam herbicidtyp, vilken använts

Tab. 16.4. Vårvinterskador på plantor efter plantering i markyta med planteringsborr (kontroll) och SFI-hacka. Gran.

Late-winter damage to seedlings set out, using either auger (control) or SFI mattock. Spruce.

Yta	Kontroll Control							SFI-plantering Planting with SFI-tool								
Plot	Ant. lev. plantor hösten 1963	Procent plantor av (2) med procent levande barr-massa vid revision 1964						Ant. lev. plantor hösten 1963	Procent plantor av (9) med procent levande barr-massa vid revision 1964						Rel. höjd-tillv. 1963	Rel. m.höjd hösten 1963
	No. live seedl. autumn 1963	Number seedlings, per cent of (2), with live needles, per cent, at revision 1964						No. live seedl. autumn 1963	Number seedlings, per cent of (9), with live needles, per cent, at revision 1964						Kontroll = 100	Kontroll = 100
		0	> 0	≤ 10	≥ 50	100	≥ 50		0	> 0	≤ 10	≥ 50	100	≥ 50		
		%	%	%	%	%	%		%	%	%	%	%	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
S.1024	149	23,5	18,1	41,6	26,2	4,0	30,2	149	21,5	18,8	40,3	24,8	7,4	32,2	76	98
S.1025	143	8,4	2,1	10,5	-	73,4	73,4	147	10,2	2,0	12,2	-	68,0	68,0	76	100
S.1070	150	0,0	0,0	0,0	34,0	61,3	95,3	150	0,0	0,7	0,7	30,0	63,3	93,3	97	112
S.1071	147	7,5	15,6	23,1	44,9	6,8	51,7	142	9,9	12,0	21,9	42,3	8,5	50,8	98	102
S.1073	150	0,7	2,7	3,4	11,3	84,7	96,0	149	0,0	0,7	0,7	17,4	79,2	96,6	81	101
S.1074	145	18,6	8,3	26,9	42,8	0,7	43,5	146	15,1	8,2	23,3	49,3	2,1	51,4	106	100
S.1076	142	26,1	15,5	41,6	40,1	0,0	40,1	140	35,7	14,3	50,0	30,7	0,7	31,4	104	102
M:	147	12,1	8,9	21,0	33,2	33,0	66,2	146	13,2	8,1	21,3	32,4	32,7	65,1		
Differens kolumn 12 - 5: 0,3																
" " 8 -15: 1,1																

Tab. 16.5. Vårvinterskador på plantor efter manuell (kontroll) och maskinell plantering i markyta. Gran.

Late-winter damage to seedlings following manual (control) and machine planting. Spruce.

Yta	Kontroll Control							Maskinplantering Machine planting								
	Plot	Ant. lev. plantor høsten 1963 No. live seedl. autumn 1963	Procent planter av (2) med prosent levande barr- masse vid revision 1964 Number seedlings, per cent of (2), with live needles, per cent, at revision 1964						Ant. lev. plantor høsten 1963 No. live seedl. autumn 1963	Procent planter av (9) med prosent levande barr- masse vid revision 1964 Number seedlings, per cent of (9), with live needles, per cent, at revision 1964						Rel. højd- tillv. 1963 Rel. height growth 1963 Control = 100
0			> 0 ≤10	≤10	≥ 50 ≤100	100	≥50	0		> 0 ≤10	≤10	≥ 50 ≤100	100	≥50		
%			%	%	%	%	%	%		%	%	%	%	%		
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S.1072	147	63,3	7,5	70,8	12,9	2,7	13,6	144	59,0	13,2	72,2	7,6	4,9	12,5	161	89
S.1074	145	18,6	8,3	26,9	42,8	0,7	43,5	147	16,3	9,5	25,8	46,9	12,2	59,1	121	86
S.1074 ¹⁾	149	10,7	4,0	14,7	61,1	4,7	65,8	150	6,0	4,7	10,7	50,7	20,7	71,4	121	88
S.1076	142	26,1	15,5	41,6	40,1	0,0	40,1	148	16,9	11,5	28,4	53,4	1,4	54,8	122	104
S.1076 ¹⁾	138	19,6	16,7	36,3	50,7	0,7	51,4	147	10,9	8,2	19,1	63,3	4,1	67,4	107	98
S.1077	122	65,6	13,9	79,5	10,7	0,8	11,5	113	72,6	4,4	77,0	8,0	0,9	8,9	121	72
M:	140	34,0	11,0	45,0	36,4	1,6	38,0	142	30,3	8,6	38,9	38,3	7,4	45,7		
Differens kolumn 5 - 12: 6,1																
"	"	15 - 8: 7,7					1) Med herbicidbesprutning With herbicide spray									

i nära samma dosering på samtliga ytor. Standardherbiciden var atrazin, utom på yta S.946, där endast simazin förekommer. På samtliga ytor utgör doseringen 10 kg/ha här standard, utom på ytor S.1025—26

Tab. 16.6. Vårvinterskador på plantor efter borrhplantering i markyta. Normalplantor (kontroll) och stora plantor. Gran.

Late-winter damage to "normal" (control) and "large" seedlings. Spruce. Auger planting.

Yta	Kontroll Control							Stora plantor Large seedlings									
Plot	Ant. lev. plantor hösten 1963	Procent plantor av (2) med procent levande barr- massa vid revision 1964						Ant. lev. plantor hösten 1963	Procent plantor av (9) med procent levande barr- massa vid revision 1964						Rel. höjd- tillv. 1963 Kontroll = 100	Rel. m.höjd hösten 1963 Kontroll = 100	
	No. live seedl. autumn 1963	Number seedlings, per cent of (2), with live needles, per cent, at revision 1964						No. live seedl. autumn 1963	Number seedlings, per cent of (9), with live needles, per cent, at revision 1964						Rel. height growth 1963 Control = 100	Rel. mean height autumn 1963 Control = 100	
		0	> 0 ≤ 10	≤ 10	≥ 50 ≤ 100	100	≥ 50		0	> 0 ≤ 10	≤ 10	≥ 50 ≤ 100	100	≥ 50			
		%	%	%	%	%	%		%	%	%	%	%	%			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
S.1024	149	23,5	18,1	41,6	26,2	4,0	30,2	148	31,8	22,3	54,1	15,5	0,7	16,2	77	117	
S.1025	143	8,4	2,1	10,5	-	73,4	73,4	144	15,3	2,8	18,1	-	59,7	59,7	97	126	
S.1026	139	50,4	0,7	51,1	-	34,5	34,5	145	44,1	1,4	45,5	-	44,1	44,1	85	123	
S.1064	150	58,0	9,3	67,3	26,7	0,7	27,4	150	53,3	17,3	70,6	22,0	0,0	22,0	148	144	
M:	145	35,1	7,6	42,6	26,4	28,2	54,6	147	36,1	11,0	47,1	18,8	26,1	44,9			
Differens kolumn 12 - 5: 4,5																	
" " 8 - 15: 9,7																	

och S.1028, där endast doseringen 15 kg/ha använts. Metod för herbicidapplikation framgår av 13.3.1.

Plantor kring vilka vegetationen sprutats med nämnda herbicidtyp undgick i betydligt större utsträckning skador än plantor satta direkt i vegetationen utan herbicidanvändning, tab. 16.7. Skillnaden i skador är signifikativ med $P < 0,01$.

På 12 ytor av 14 klarade sig plantor runt vilka vegetationen herbicidbehandlats bättre från skador än plantor i obehandlad vegetation. På två ytor erhöles obetydligt större skador efter herbicidbehandling. I ena fallet var besprutningseffekten hösten 1963 obefintlig på grund av att 4 vegetationsperioder förflutit sedan behandlingen, i andra fallet var försöksytan mycket litet skadad överhuvudtaget.

Genom att dels olika herbicider, dels olika doseringar använts på somliga av ytorna i tab. 16.7. kan dessa faktorerers betydelse för uppkomst av skador undersökas, tab. 16.8. I tabellen har besprutningseffekten hösten 1963 upptagits. Av fig. 16.4., som utgör en grafisk framställning av tab. 16.8., framgår att ett starkt samband föreligger mellan besprutningseffekt och skadors omfattning. Ju högre besprutningseffekt, d. v. s. ju mindre vegetation runt plantorna, desto mindre skador i allmänhet. De oregelbundenheter som förekommer återkommer vi till.

Beträffande inverkan av olika herbicider visar fig. 16.4. att, med beaktande av besprutningseffekten, ingen skillnad synes råda mellan atrazin och simazin. Ej heller amitrol+diuron synes ha påverkat plan-

Tab. 16.7. Vårvinterskador på plantor efter borrhplantering i markyta utan (kontroll) och med efterföljande herbicidbesprutning. Gran. Atrazin på samtliga ytor utom S. 946, där simazin använts. Dosering 10 kg/ha på samtliga ytor utom S. 1025, S. 1026 och S. 1028, där 15 kg/ha använts.

Late-winter damage to seedlings, both with and without (control) subsequent herbicide spraying (70 cm × 70 cm). Spruce. Atrazine used on all plots except S. 946, where simazine was used. Dosage 10 kg/ha on all plots except S. 1025, S. 1026 and S. 1028, where 15 kg/ha was used. Auger planting.

Yta Plot	Kontroll Control								Herbicide Herbicide									
	Antal lev. plantor hösten 1963	Procent plantor (2) med procent levande barr- massa vid revision 1964							Antal lev. plantor hösten 1963	Procent plantor av (9) med procent levande barr- massa vid revision 1964						Rel. höjd- tillv. 1963 Kontroll = 100	Rel. m.höjd hösten 1963 Kontroll = 100	Bespr. effekt hösten 1963
		Number seedlings, per cent of (2), with live needles, per cent, at revision 1964								Number seedlings, per cent of (9), with live needles, per cent, at revision 1964								
		0	> 0	≤10	> 10	100	≥50	0		> 0	≤10	> 10	100	≥50				
		%	%	%	%	%	%	%		%	%	%	%	%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
S. 946	138	14,5	1,4	15,9	-	74,6	74,6	137	19,0	1,5	20,5	-	69,3	69,3	107	105	0	
S.1024	149	23,5	18,1	41,6	26,2	-	40,3	149	14,1	8,1	22,2	43,0	4,0	47,0	167	117	1,7	
S.1025	143	8,4	2,1	10,5	-	73,4	73,4	143	2,1	0,0	2,1	-	85,3	85,3	95	96	0,4	
S.1026	139	50,4	0,7	51,1	-	34,5	34,5	149	6,7	0,7	7,4	-	81,2	81,2	152	116	4,5	
S.1028	147	52,4	8,8	61,2	-	17,0	17,0	145	42,8	9,0	51,8	-	19,3	19,3	218	102	4,9	
S.1064	150	58,0	9,3	67,3	26,7	0,7	27,4	149	22,1	22,1	44,2	32,9	11,4	44,3	98	99	5,7	
S.1065	60 ¹⁾	71,7	5,0	76,7	-	10,0	10,0	60 ¹⁾	68,3	3,3	71,6	-	13,3	13,3	86	93	4,5	
S.1070	150	0,0	0,0	0,0	34,0	61,3	95,3	150	0,0	1,3	1,3	18,7	77,3	96,0	113	109	5,2	
S.1071	147	7,5	15,6	23,1	44,9	6,8	51,7	147	6,8	6,8	13,6	27,9	35,4	63,3	108	104	5,3	
S.1072	147	63,3	7,5	70,8	12,9	2,7	15,6	146	12,3	6,8	19,1	22,6	43,8	66,4	126	102	8,4	
S.1074	145	18,6	8,3	26,9	42,8	0,7	43,5	149	10,7	4,0	14,7	61,1	4,7	65,8	112	97	3,0	
S.1075	137	62,8	6,6	69,4	15,3	0,0	15,3	144	32,6	9,7	42,3	34,7	4,2	38,9	106	100	3,4	
S.1076	142	26,1	15,5	41,6	40,1	0,0	40,1	138	19,6	16,7	36,3	50,7	0,7	51,4	59	99	5,0	
S.1077	122	65,6	13,9	79,5	10,7	0,8	11,5	143	49,0	14,0	63,0	22,4	0,0	22,4	114	99	4,8	
M:	137	37,3	8,1	45,4	28,2	20,5	48,7	139	21,9	7,4	29,3	34,9	32,1	67,0				
Differens kolumn 5 - 12: 16,1**																		
" " 15 - 8: 18,3**																		
Besprutningseffekt: 0 = ingen effekt, 10 = full effekt																		
Effect of spray : 0 = no effect , 10 = complete effect																		
1) Jfr tab. 16.2. Cf. table 16.2.																		

Värden i kolumner 2, 9, 16-18 för försöksyta S.946 baserar sig på revision 1962
Values in columns no. 2, 9, 16-18 are for plot no. S.946 based on revision in 1962

Tab. 16.8. Vårvinterskador på plantor efter borrhplantering i vegetationen och besprutning med olika herbicider och doseringar. Gran.

Late-winter damage to seedlings auger planted and subsequently sprayed with various herbicides at different dosages. Spruce.

Yta	Herbi- cide	Dose- ring, kg/ha	Besprut- ningseffekt Effect of spray		Rel. höjd- tillväxt Kontroll=100		Ant. lev. plantor hösten 1963	Procent plantor av (8) med procent levande barrmassa vid revision 1964						
Plot	Herbi- cide	Dosage, kg/ha	After veg. perioder		After veg. perioder		No. live seedl. at autumn 1963	Number seedlings, per cent of (8), with live needles, per cent, at revision 1964						
			After no. of grow. seasons		After no. of grow. seasons			0	> 0 ≤10	≤10	> 10 ≤100	100	>100	
			1	2	1	2		%	%	%	%	%	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
S.1024	1	10	4,6	1,7	89	167	149	14,1	8,1	22,2	43,0	4,0	47,0	
		20	7,5	4,1	91	157	139	8,6	3,6	12,2	57,6	14,4	72,0	
	2	10	2,3	0,9	91	128	149	20,1	10,7	30,8	37,6	8,1	45,7	
		20	5,9	2,9	101	176	139	12,9	4,3	17,2	60,4	12,2	72,6	
	Kontr.	-	-	-	100	100	149	23,5	18,1	41,6	26,2	4,0	30,2	
S.1064	1	10	5,7	-	98	-	149	22,1	22,1	44,2	32,9	11,4	44,3	
		20	7,4	-	97	-	150	23,3	10,7	34,0	38,7	12,0	50,7	
	3	20	2,9	-	109	-	149	38,3	12,8	51,1	36,2	2,7	38,9	
	Kontr.	-	-	-	100	-	150	58,0	9,3	67,3	26,7	0,7	27,4	
S.1074	1	10	3,0	-	112	-	149	10,7	4,0	14,7	61,1	4,7	65,8	
	2	10	2,3	-	112	-	150	10,7	4,7	15,4	56,0	12,7	68,7	
	Kontr.	-	-	-	100	-	145	18,6	8,3	26,9	42,8	0,7	43,5	
S.1075	1	10	3,4	-	106	-	144	32,6	9,7	42,3	34,7	4,2	38,9	
	3	20	5,4	-	100	-	144	52,8	7,6	60,4	24,3	6,2	30,5	
	4	15	0,4	-	94	-	135	66,7	11,1	77,8	8,9	0,7	9,6	
	Kontr.	-	-	-	100	-	137	62,8	6,6	69,4	15,3	0,0	15,3	
S.1076	1	10	5,0	-	59	-	138	19,6	16,7	36,3	50,7	0,7	51,4	
	2	20	5,7	-	48	-	116	35,3	19,8	55,1	27,6	0,0	27,6	
	Kontr.	-	-	-	100	-	142	26,1	15,5	41,6	40,1	0,0	40,1	
S.1077	1	10	4,8	-	114	-	143	49,0	14,0	63,0	22,4	0,0	22,4	
	3	20	7,1	-	132	-	145	43,4	11,7	55,1	20,7	0,0	20,7	
	4	15	2,2	-	111	-	147	76,9	7,5	84,4	3,4	0,0	3,4	
	Kontr.	-	-	-	100	-	122	65,6	13,9	79,5	10,7	0,8	11,5	

Herbicide: 1 = atrazin, 2 = simazin, 3 = amitrol-diuron, 4 = dalapon

Procent skadade plantor med ≤ 10 proc.
lev. barrmassa våren 1964, jfr. fig. 16.5
*Damaged seedlings, per cent, with live
needles ≤ 10 per cent, spring 1964, cf fig. 16.5*

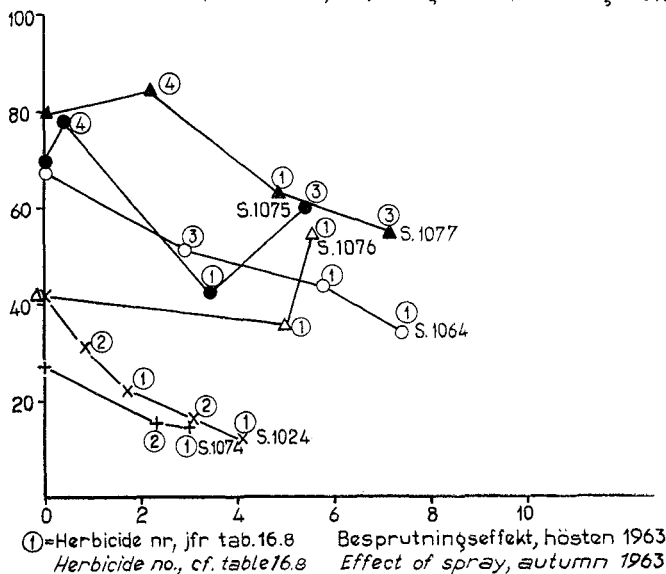


Fig. 16.4. Samband mellan svåra skador och effekten på vegetationen hösten 1963 av herbicidbesprutning, jfr tab. 16.8. Gran.

Relation between the occurrence of severe damage and the effect on the vegetation of herbicide spraying in autumn 1963, cf. Table 16.8. Spruce.

Procent skadade plantor med ≤ 10 proc.
lev. barrmassa våren 1964, jfr. fig. 16.4.
*Damaged seedlings, per cent, with live
needles ≤ 10 per cent, spring 1964, cf fig. 16.4.*

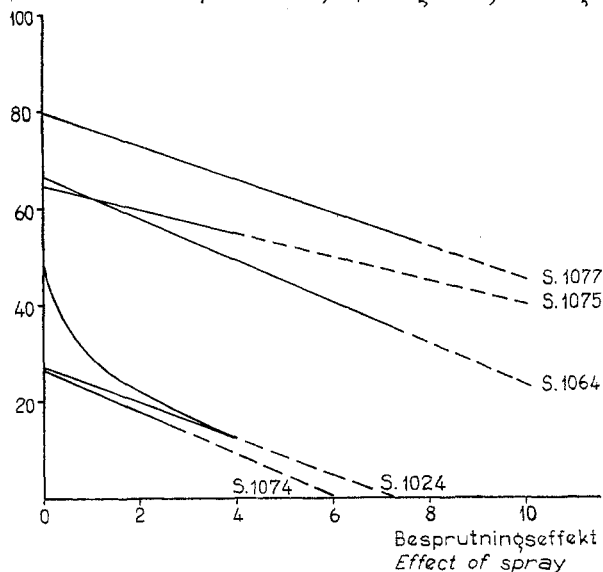


Fig. 16.5. De matematiskt utjämnade sambanden enligt fig. 16.4. Gran. Uteslutningar, jfr text.

The relation shown in Fig. 16.4., mathematically smoothed. Spruce. For exclusions see the summary.

tor negativt i resistens mot vårvinterskador. Den oregelbundenhet som förekommer på försöksyta S.1075, och som i första ögonblicket kan tolkas så att amitrol+diuron verkat negativt i nämnt avseende, kan även bero på att atrazin av någon anledning på denna yta givit förhållandevis ringa skador. På två ytor där dalapon prövats utsattes planter runt vilka vegetationen besprutats med herbiciden något mera av skador än planter i obehandlad vegetation. Skillnaden i procent skador är emellertid insignifikativ, varför frågan huruvida herbiciden nedsatt plantornas resistens tillsvidare får betraktas som oavgjord.

I figur 16.4. återstår en anmärkningsvärd avvikelse från sambandet besprutningseffekt — skador, nämligen ytan S.1076, där planter tillsammans med atrazin i doseringen 20 kg/ha skadats svårare än planter i obehandlad vegetation eller planter tillsammans med herbiciden i 10 kg/ha. Planter i herbicidfläckar synes ha utsatts för vissa påfrestningar 1963, vilket framgår av att höjdtillväxten under 1963 för planter tillsammans med 10 och 20 kg/ha endast utgjort 59 respektive 48 procent av höjdtillväxten för planter i obehandlad vegetation, samt även av att överlevelseprocenten 1963 för planter i herbicidfläckar var mindre än för planter i obehandlad vegetation, se 13.5.2. Doseringen 10 kg/ha påverkade emellertid föga plantornas utseende, medan en synlig nedsättning av plantkonditionen däremot inträffade för 20 kg/ha, vilket resulterade i att medelvärdet på plantvitaliteten hösten 1963 blev lägre för denna dosering, 13.5.2.

Även om skillnaden i procent vårvinterskador mellan planter i obehandlad vegetation och planter i fläckar besprutade med herbiciden i 20 kg/ha är insignifikativ, P dock $< 0,1$, är det ej orimligt antaga att den försvagning av planter som doseringen 20 kg/ha tydligen åstadkommit under 1963 varit av sådan omfattning att plantors resistens gentemot vårvinterskador försvagats. Som framgår av 13.2.2. blockeras kolsyreassimilationen av överdosering av bl. a. atrazin. I doseringen 10 kg/ha skulle försvagningen ej varit tillräckligt kraftig för att allvarligare nedsätta den nämnda resistensen.

Ett närmare studium av fig. 16.4. visar att sambandet besprutningseffekt — vårvinterskador i huvudsak är rätlinjigt. I fig. 16.5. har sambandet rätlinjigt utjämnats för enskilda ytor enligt minsta kvadratmetoden med regressionsekvationen $y = a + bx$. Försöksytan S.1076 samt dalapon på ytorna S.1075 och S.1077 har uteslutits, jfr ovan. På försöksytan S.1024 användes funktionen

$$y = \frac{1}{a + bx}$$

för utjämningen. Genom invertering och beräkning av $1/y$ låter sig konstanterna a och b beräknas med samma enkla normalekvationer som för den rätta linjen. Ekvationer jämte korrelationskoefficienter och kvarstående spridning kring regressionerna uttryckt i procent av spridningen före utjämning blev för olika ytor:

Yta	Ekvation	Korr.koeff.	$\frac{S_{y,x} \cdot 100}{S_y}$ procent
S. 1024 (1)	$y = \frac{1}{0,021 + 0,014x}$	—	26,4
S. 1074 (2)	$y = 26,6 - 4,3x$	—0,985	24,7
S. 1064 (3)	$y = 66,2 - 4,3x$	—0,988* ($P < 0,02$)	19,2
S. 1075 (4)	$y = 64,2 - 2,3x$	—0,462	125,4
S. 1077 (5)	$y = 79,5 - 3,4x$	—1,000***	0,0

y = procent skadade plantor med ≤ 10 procent levande barrmassa

x = besprutningseffekt, avläst hösten 1963

$S_{y,x}$ = restspridning kring regressionen

S_y = spridning i y -värden

Genom regressionerna sänktes den ursprungliga spridningen avsevärt, utom för yta S.1075, för vilken även korrelationskoefficienten har ett lågt värde, jfr ovan. På övriga ytor med rätlinjiga regressioner har korrelationskoefficienten höga värden. Att trots detta signifikanser ej uppnås på alla ytor förklaras av det låga antalet frihetsgrader.

Regressionskoefficienten b är i detta sammanhang av intresse och mäter hur mycket skador minskat om besprutningseffekten ökat med en enhet, vilket torde motsvara att vegetationens täckningsgrad i besprutade fläckar avtagit med ca 10 procent. Om de rätlinjiga ekvationerna i fig. 16.5. extrapoleras till besprutningseffekt 10 finner man att för olika ytor minskade procenten skadade plantor med ≤ 10 procent levande barrmassa mellan 23 och 43 procentenheter om ingen vegetation funnits närmast plantorna i förhållande till om markytan varit helt täckt av vegetation. För ytan S.1024¹⁾ med utjämning enligt hyperbelfunktionen extrapolerades tangenten till kurvan i den punkt som motsvarar x -värdet för högsta besprutningseffekt, 4,1, tab. 16.8. Tangentens ekvation beräknades genom insättning av tangeringspunktens koordinater (x_1 ; y_1) i tangentens ekvation $y - y_1 = \frac{dy}{dx} (x - x_1)$. Deriveras funktionen (1) och insättes det nämnda x -värdet för högsta besprutningseffekten erhålles vinkelkoefficienten

¹⁾ Ytan anlades 1962. Om procenten skadade plantor upplägges över besprutningseffekt hösten 1962 i stället för hösten 1963 erhålles ett rätlinjigt samband.

Tab. 16.9. Vårvinterskador på plantor i herbicid- och fläckhackningsruta, jfr tab. 16.2. och 16.7. Gran.

Late-winter damage to seedlings on herbicide-sprayed patches, on the one hand, and screefed patches, on the other; cf. Tables 16.2. and 16.7. Spruce.

Yta	Herbicide 7 x 7 dm							Fläckhackning 4 x 4 dm Screefing, 4 x 4 dm										
	Antal lev. planter hösten 1963	Procent plantor av (2) med procent levande barrmassa vid revision 1964						Antal lev. planter hösten 1963	Procent plantor av (9) med procent levande barrmassa vid revision 1964						Rel. höjd till v. hösten 1963	Rel. höjd till v. hösten 1963		
		Number seedlings, per cent of (2), with live needles, per cent, at revision 1964							Number seedlings, per cent of (9), with live needles, per cent, at revision 1964								Herbicide = 100	Herbicide = 100
		No. live seedlings autumn 1963							No. live seedlings autumn 1963									
0	> 0	≤ 10	> 10	≤ 50	> 50	0	> 0	≤ 10	> 10	≤ 50	> 50	Herbicide = 100	Herbicide = 100					
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
S.1026	149	6,7	0,7	7,4	-	81,2	81,2	148	28,4	0,7	29,1	-	60,8	60,8	41	79		
S.1028	145	42,8	9,0	51,8	-	19,3	19,3	144	41,7	8,3	50,0	-	30,6	30,6	92	97		
S.1064	149	22,1	22,1	44,2	32,9	11,4	44,3	150	28,0	20,7	48,7	34,7	2,0	36,7	107	101		
S.1065	60	68,3	3,3	71,6	-	13,3	13,3	60	31,7	3,3	35,0	-	20,0	20,0	114	110		
S.1072	146	12,3	6,8	19,1	22,6	43,8	66,4	150	0,7	2,7	3,4	32,7	54,7	87,4	112	97		
S.1075	144	32,6	9,7	42,3	34,7	4,2	38,9	144	18,1	5,6	23,7	50,7	5,6	56,3	102	104		
S.1077	143	49,0	14,0	63,0	22,4	0,0	22,4	147	21,8	12,9	34,7	46,3	2,0	46,3	116	102		
M:	134	33,4	9,4	42,8	28,2	24,7	52,9	135	24,3	7,7	32,0	41,1	25,1	66,2				
Differens kolumn 5 - 13: 10,8 " " 16 - 8: 13,3																		

1) Endast 2 block reviderade Only two blocks were revised

— 3,7 för tangenten till funktionen i denna punkt. Vinkelkoefficienten har i princip samma betydelse som regressionskoefficienten b. Det erhållna värdet — 3,7 inpassar sig således väl i värdena på regressionskoefficienterna för övriga ytor. Tangentens ekvation blir $y = 28,0 - 3,7x$.

Om utjämningslinjerna i fig. 16.5. extrapoleras till besprutnings-effekt 10 finner man att även om vegetation helt saknats kring plantor hade skador troligen ej kunnat undvikas på tre av ytorna. På två av ytorna, S.1024 och S.1074, hade emellertid svåra skador sannolikt undvikits.

16.5.6. Jämförelse mellan fläckhackning och herbicidanvändning

På några ytor föreligger jämförelse mellan fläckhackning och herbicidanvändning, jfr tab. 16.2. och 16.7. Av tab. 16.9. framgår att plantor planterade i fläckhackningsruta i medeltal skadats mindre än plantor i herbicidbehandlade fläckar. Medeldifferensen är dock insignifikativ. På mineraljord råder emellertid betydande skillnader till fläckhackningens förmån på 4 av 5 ytor. Den 5:te ytan, S.1026, avviker emellertid markant från övriga ytor, genom att plantor med fläckhackning utsattes för betydligt svårare skador än plantor med herbicidbehandling. För olika block erhöles följande procent plantor med ≤ 10 procent levande barrmassa på denna yta.

S.1026

Block	Herbicidanvändning	Fläckhackning
A	0,0	23,3
B	6,9	13,8
C	20,0	48,3
D	3,3	36,7
E	6,7	23,3

Skillnaden mellan behandlingarna är signifikativ med $P < 0,02$. En möjlig orsak till det avvikande resultatet på försöksytan kan vara att höjdtillväxten 1963, tab. 16.9., varit svag för plantor i fläckhackningsrutor, endast 41 procent av höjdtillväxten för plantor i herbicid-rutor och 63 procent, tab. 16.2., av höjdtillväxten för plantor i vegetationen. I 16.5. konstaterades att plantor, vilkas kondition nedsattes av behandling så att höjdtillväxten 1963 var mindre än 50 procent av höjdtillväxten för plantor med jämförelsebehandling, skadats svårare än plantor efter jämförelsebehandlingen, yta S.1076. Resultatet på den ytan är analogt med resultatet på nu diskuterade yta, S.1026. Det är således tänkbart att även plantkonditionen på ett eller annat sätt haft betydelse för plantors resistens gentemot det slag av vårvinterskador som här studeras. Om försöksytan S.1026 uteslutes ur t-testet, med skälet att plantkonditionen för plantor planterade med fläckhackning var nedsatt under en kritisk gräns, visar det sig att den tidigare insignifikativa skillnaden mellan fläckhackning och herbicidbehandling blir signifikativ med $P < 0,05$. Skillnaden fläckhackning — herbicidbehandling i antalet svårt respektive lindrigt skadade plantor, uttryckt i procent, blir då:

Skillnad fläckhackning — herbicidbehandling i antal skadade plantor, procentenheter
 Difference screening — herbicide spray in number of seedlings damaged, units of percentage

procent plantor med levande barrmassa: per cent seedlings with live needles	
$\leq 10 \%$	$\geq 50 \%$
16,1	16,8

Trots att större parti runt plantor frilagts vid herbicidanvändning än vid fläckhackning har i allmänhet plantor i fläckhackningsrutor i större utsträckning undgått skador än plantor i med herbicid behandlade fläckar. Vid herbicidanvändning frilägges markytan mer eller mindre. Fläckhackning medför dessutom att grässvålen avlägsnas. Det är tänkbart att fläckhackningens gynnsammare effekt kan sammanhänga härmed, jfr 16.9.2.2. och 16.10.

16.5.7. Översikt av vårvinterskadors uppträdande

Nedanstående uppställning sammanfattar i 16.5.1. — 16.5.6. redovisade skadors förekomst i jämförelser mellan skilda behandlingar och obehandlat.

Det är uppenbart att det främst är behandlingar som påverkat före-

Procent skadade plantor, av hösten 1963 levande plantor, med ≤ 10 procent levande barrmassa vid revision under 1964

Number of seedlings damaged, per cent of live seedlings at autumn 1963, with ≤ 10 per cent live needles at revision during 1964

(1)	(2)		
Kontroll	Fläckhackning	Differens (1)—(2)	Antal jämförelser
Control	Screefing, 40 cm \times 40 cm	Difference (1)—(2)	No. of comparisons
68,0	32,0	36,0**	7
	Herbicidbesprutning		
	Herbicide spray, 70 cm \times 70 cm		
45,4	29,3	16,1**	14
	Enkel tilta		
	Single plough ridge, 10—15 cm thick		
50,8	50,2	0,6	10
	SFI-plantering		
	Planting with SFI-tool		
21,0	21,3	—0,3	7
	Maskinplantering		
	Mechanic planting		
45,0	38,9	6,1	6
	Stora plantor		
	Large seedlings		
42,6	47,1	—4,5	4

komst av vegetation runt plantor som synes ha haft större inverkan på skadors utbildning.

16.5.8. Jämförelse mellan tall och gran

På vissa försöksytor finns såväl tall som gran planterade. Båda trädslagen är använda på följande ytor där vårvinterskador förekommit: S.1070—71 samt S.1073—74.

Inga skador fanns på tallplantor på någon av försöksytorna, medan granplantor behandlade på motsvarande sätt uppvisat skador, jfr tab. 16.4.

Huruvida tall undgått skador i södra Sverige är emellertid osäkert. Vissa iakttagelser har gjorts som tyder på att skador kan ha förekommit, yta S.1064. Då emellertid full säkerhet ej råder om orsak till plant-

Tab. 16.10. Vårvinterskador på plantor av samma ursprung, borrhplanterade i vegetationen, 1 (hösten 1962) och 2 (våren 1962) vegetationsperioder före skadetillfället. Yta S. 1028. Gran.

Late-winter damage to seedlings of same origin, auger planted, 1 (autumn 1962) and 2 (spring 1962) growing seasons before damage occurred. Plot S. 1028. Spruce.

Block	Procent plantor med ≤ 10 procent levande barrmassa	
	Number plants with live needles ≤ 10 per cent; percentage of Seedlings alive in autumn 1963	
	Vegetationsper. 1	No. of growing seasons 2
A	76,7	57,1
B	96,3	79,3
C	96,3	80,0
D	83,3	50,0
E	96,7	60,0

avgången lämnas frågan öppen huruvida tall helt undgått påverkan. Kvar står emellertid att tall i detta fall varit betydligt motståndskraftigare än gran mot den form av påverkan som här avses.

16.5.9. Tidsintervall mellan plantering och vårvinterskadors uppträdande

På en yta finns möjlighet att belysa vilken betydelse avståndet till planteringstidpunkten haft för skadors utbildning. På ytan S.1028, anlagd våren 1962, planterades ett försöksled även hösten 1962 med plantor av samma ursprung som vid vårplanteringen. Plantåldern var densamma hösten 1962 i båda försöksleden. Plantmedelhöjden hösten 1963 var 40,9 cm för vårplanterade plantor och 39,4 cm för höstplanterade plantor. Planteringsmetoden var även densamma vid båda tillfällena, nämligen 1-mans borrhplantering direkt i vegetationen.

Plantor vilka utsattes 2 vegetationsperioder före våren 1964 undgick skador i högre grad än plantor planterade 1 vegetationsperiod före nämnda tidpunkt, tab. 16.10. På försöksytan, som innehåller 5 upprepningar, kan undersökas huruvida signifikanta skillnader föreligger.

Efter arcus-sinustransformering erhålles ett t-värde av 6,436 för medeldifferensen. Med 4 frihetsgrader ger detta en signifikans med $P < 0,01$. På risknivån 1 procent har således på yta S.1028 den tid som förflutit mellan plantering och skadors uppträdande visat sig ha betydelse för skadors utbildning.

Resultatet överensstämmer med vad WENTZEL (1965) fann i Tyskland. Unga planteringar av främmande barrträd skadades där svårare än äldre planteringar under vårvintern 1963 av en form av skadegörelse som mycket påminner om föreliggande vårvinterskador.

16.5.10. Jämförelse mellan provenienser

Som framgår av bil. 5.1. användes på vissa försöksytor utländska granprovenienser. Huruvida dessa drabbats svårare av vårvinterskador 1964 än inhemska provenienser undersöktes genom sammanställning från tab. 16.4. och 16.7. av antalet skadade plantor med ≤ 10 procent levande barrmassa, uppställningen nedan.

Ytantalet är begränsat. Det är naturligtvis därför svårt att draga några säkra slutsatser om skillnader, då vegetationen synes ha spelat stor roll för skadornas utbildning. Framkomna skillnader kan lika gärna härröra från varierande ståndortsförhållanden som från provenienser. Dessutom är intet närmare bekant om proveniensskillnader inom de båda grupperingar som gjorts. Resultatet av jämförelsen meddelas dock för att visa ifall sådana enhetliga proveniensskillnader föreligger att de ändå kan tänkas slå igenom.

Proveniens	Antal ytor	Svårt skadade plantor (≤ 10 % lev. barrmassa), procent
Provenance	No. plots	Severely damaged seedlings (≤ 10 % live needles), per cent
inhemsk native	8	47,7 (10,5—79,5) ¹⁾
utländsk foreign	7	36,7 (0,0—76,7) ¹⁾

¹⁾ Variationsvidd. Variation width

Med hänsyn till variationen i ståndortsförhållandena mellan ytorna och i frekvensen skador kan den framkomna skillnaden på 11 procent mellan proveniensgrupperna ej tillmätas någon betydelse i föreliggande fråga.

På Västerby skogsbruksskola utlades av skogsvårdsstyrelsen i Östergötlands län ett observationsförsök våren 1963 på en plöjd åker, för att belysa produktionen hos japansk lärk samt hos gran av inhemsk och utländsk proveniens. Närmare proveniensangivelse saknas. Försöket utlades med 3 block om tillsammans 9 parceller à ca 1200 m². Förhållandena med hänsyn till marklutning och exposition var ej helt ensartade. Genom tillmötesgående av jägmästare TORE TEJLE på skogsvårdsstyrelsen blev jag i tillfälle att revidera försöket. Revisionen utfördes den 17 juni 1964 av yrkeslärare E. GUNNARSSON på Västerby skogsbruksskola. För granens vidkommande blev resultatet:

Gran 2/2. Spruce 2/2. Revision 17th June 1964.

Proveniens	Block	Ant. lev. pl. hösten 1963	Plantor med ≤ 25 proc. lev. barr- massa i procent av hösten 1963 lev. plantor
Provenance	Block	No. live trees, autumn 1963	Seedlings with live needles ≤ 25 per cent. Percentage of live seedlings at autumn 1963
Inhemsk Native	A	324	23,5
	B	323	20,4
	C	335	11,0
Utländsk Foreign	A-C	982	Medelvärde: 18,2
	A	337	Mean: 11,9
	B	353	29,2
	C	231	21,6
	A-C	921	Medelvärde: 21,0 Mean:

Någon klar skillnad framkommer ej mellan provenienserna. Den japanska lärken var däremot helt oskadad.

Såväl inhemska som utländska granprovenienser skadades våren 1964. Det tillgängliga materialet kan dock ej ge närmare svar på proveniensens betydelse i detta sammanhang.

16.6. Olika ståndortsförhållandens betydelse

En del försöksytor är belägna nära varandra på olika ståndorter. I flertalet fall varierar emellertid mer än en faktor mellan ytor, varför materialet ej möjliggör ett studium av allmänna faktorerers, t. ex. jordartens, inverkan på beskrivna skadors utbildning.

I ett fall finns emellertid möjlighet till kontroll av tidigare framkomna resultat, nämligen vegetationens betydelse. Försöksytor S.1076 och S.1077 är belägna intill varandra på en styv lera. Lokalen sluttar svagt mot norr. Ytan S.1077 är belägen högst upp i sluttningen och utgöres av en gammal betesmark med utbildad grässvål, jfr fig. 16.6. Ytan S.1076 är belägen längre ned där sluttningen planar ut. Runt denna yta finns ett par smärre bergsklackar, som höjer sig 5—10 m över ytan. Då lägre belägna delar av terrängen ofta är mera utsatta för frost, genom ansamling av kall luft, jfr GEIGER (1961), § 42, kan antagas att ytan S.1076 ur frostsynpunkt varit mera ogynnsamt belägen än ytan S.1077. Hösten 1962 skördades vete på det parti där ytan S.1076 är belägen. Båda ytorna planterades vid samma tidpunkt våren 1963 med samma plantmaterial, gran 2/2. Hösten 1963 var ytan S.1076 bevuxen med nästan enbart örter, under vilka den bara marken urskildes. Vegetationens täckningsgrad bedömdes till 50 procent, bil. 5.2. På ytan S.1077, på vilken en grässvål fanns utbildad, var vid sam-

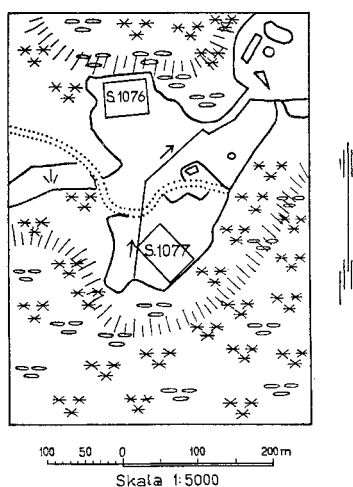


Fig. 16.6. Inbördes belägenhet av ytor S. 1076 och S. 1077.
Internal lay-out of plots S. 1076 and S. 1077.

ma tillfälle marken helt vegetationsklädd, täckningsgraden var 100 procent. Vegetationen utgjordes av ungefär lika delar gräs och örter, jfr bil. 5.2.

Vissa försöksled var gemensamma på båda försöksytorna. All manuell plantering utfördes med 1-mans planteringsborr.

Försöksled	Procent plantor med ≤ 10 proc. lev. barrmassa våren 1964		
	S. 1077	S. 1076	Differens
Obehandlat	79,5	41,6	37,9
Herbucid	63,0	36,3	26,7
Enkel tilta	76,7	59,4	17,3
Maskinplantering	77,0	28,4	48,6
			M: 32,6

Plantor på gräsmarken skadades avsevärt svårare i alla försöksled än plantor på åkern. Medelvärdet på skillnaden i procent svårt skadade plantor uppgår till nära 33 procentenheter. Resultatet på de båda försöksytorna överensstämmer således väl med vad som framkom i 16.5.5., vad gäller vegetationens allmänna inverkan. I föreliggande fall synes minskningen av procenten skadade plantor dock ha varit något större än vad som framkom i fig. 16.5. över sambandet vegetationens täckningsgrad — skador. Plantornas höjdtillväxt under 1963 var likartad på båda försöksytorna, bil. 16.1.

Tab. 16.11. Avgångsprocent våren och hösten 1964. Gran.

Plant losses per cent, spring and autumn 1964. Spruce.

Yta Plot	Avgångsprocent Plant losses, per. cent			
	Kontroll Control		Herbucid Herbicide	
	våren 1964	hösten 1964	våren 1964	hösten 1964
	spring 1964	autumn 1964	spring 1964	autumn 1964
S.1024	24,0	16,7	14,7	11,3
S.1064	55,6	66,7	21,7	45,0
S.1065	48,7	61,3	-	-
S.1070	0,0	0,0	-	-
S.1071	9,3	8,0	8,7	7,3
S.1072	64,0	55,3	14,7	11,3
S.1073	0,7	0,0	-	-
S.1074	21,5	21,3	11,3	11,3
S.1075	66,0	73,3	35,3	32,7
S.1076	30,0	30,0	26,0	25,3
S.1077	72,0	82,0	51,7	43,3

16.7. Vårvinterskadors vidare utveckling*16.7.1. Överlevelseprocenten*

Försöksytor som blev föremål för en extra revision våren 1964 reviderades även programenligt på hösten samma år. I tab. 16.11. har avgångsprocenten beräknats dels våren 1964, dels hösten samma år för ytor där revision föreligger vid båda tillfällena. Beräkningar är gjorda för borrhplantering direkt i vegetationen (kontroll) samt för borrhplantering i förening med en för alla ytor gemensam herbicidbehandling, vilken är densamma som ligger till grund för tab. 16.7. I fig. 16.7. föreligger en grafisk representation av tab. 16.11. För såväl obehandlat som herbicidanvändning föreligger ett starkt samband mellan avgångsprocenterna vid båda tidpunkterna. Efter rätlinjig utjämning av en regressionslinje genom origo erhålles korrelationskoefficienten 0,98 för obehandlat och 0,79 för herbicidanvändning. Korrelationskoefficienterna är signifikativa med $P < 0,001$, respektive $P < 0,02$. Den lägre korrelationskoefficienten för herbicidanvändning torde förklaras av utvecklingen på försöksyta S. 1064, tab. 16.11. På ytan var avgångsprocenten på våren 21,7 procent, men på hösten 45,0 procent. På ytan fanns på våren i detta försöksled ett betydande antal plantor, vilka praktiskt taget var döda, men som uppvisade enstaka, svaga skott levande nära markytan, jfr tab. 16.7. Dessa plantor torde i stor ut-

Avgångsprocent hösten 1964.
Number dead seedlings, autumn, 1964.
Per cent of planted seedlings.

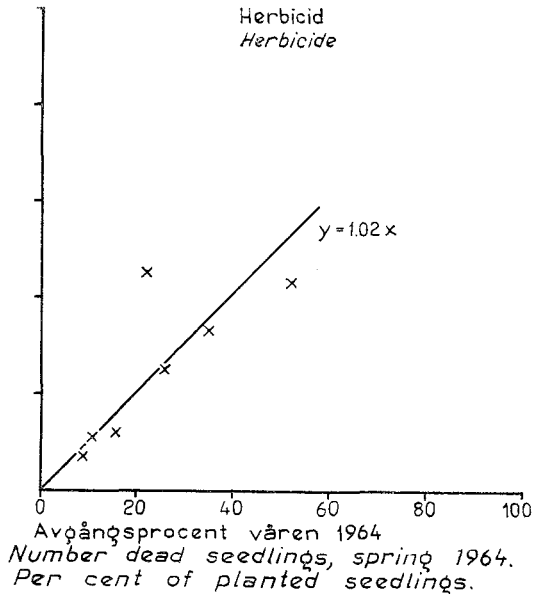
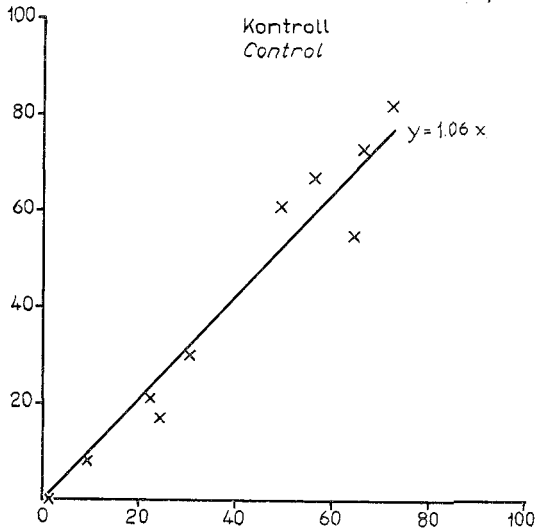


Fig. 16.7. Samband mellan avgångsprocent på våren 1964 och hösten samma år för granplanter borrhplanterade i markyta utan (kontroll) och med efterföljande herbicidbesprutning.

Relation between seedling mortality, per cent, in spring and autumn 1964 for spruce auger planted, without (control) and with subsequent herbicide spraying.

sträckning ha dött under sommaren, varigenom den stora differensen i avgångsprocent uppkom.

Avgångsprocenten ökade i genomsnitt något från våren till hösten. Ett närmare studium av tab. 16.11. och fig. 16.7. visar emellertid att beträffande herbicidanvändning minskade i allmänhet avgångsprocenten på ytorna något från våren till hösten med undantag av nyssnämnda ytan S.1064. För obehandlat visar det sig att avgångsprocenten även minskade något på ytor som var lindrigt skadade, men ökade på ytor med svåra skador, fig. 16.7. Härav framgår att på likartat sätt skadade planter synes ha reagerat på samma sätt, oavsett hur de behandlats, jfr dock 12.4.4. Då därjämte förändringarna i avgångsprocent från vår till höst varit relativt ringa kan man draga slutsatsen att de svåra skadornas omfattning i stort sett var given redan på våren 1964. Det framgår vidare att planter vilka skadats så svårt att de våren 1964 varit avbarrade endast i ringa utsträckning förmått bilda nya skott, jfr ARONSSON (1948) och HEDEMANN-GADE (1948).

De på flera ytor svåra följderna av skadorna för plantorna i obehandlad markyta efter längre tid har framgått av tab. 11.1., 12.5. och 13.16.

16.7.2. Plantutvecklingen

Åtskilliga planter som överlevt skadades i topparna som ofta avbarrades, jfr fig. 16.2. Det är således vanligt att plantmedelhöjden är mindre hösten 1964 än hösten 1963 på många ytor. Tillväxten under 1964 har i dessa fall ej förmått kompensera topparnas avdöende. Förutom stora plantförluster har skadorna vållat en betydande tillbaksättning av plantorna.

I bil. 16.1. visas en sammanställning av plantmedelhöjden 1963 och 1964 på försöksytorna i olika försöksled.

På grund av de omfattande skadorna på den stora försöksytan S.1064 reviderades denna ej fullständigt hösten 1964. Plantorna i försöksledet med herbicidbehandling på försöksytan S.1070 skadades under vintern 1963—1964 sannolikt av hare, medan planter utan herbicidanvändning nästan lämnades orörda, jfr 13.8. Plantmedelhöjd 1964 redovisas därför ej för försöksytan S.1064 och för herbicidbehandling på ytan S.1070. Genom att försöksytan S.946 var 4 år gammal 1963, och då 4-årsrevision normalt ej utföres på planteringsytorna, jfr 4.4., har höjden hösten 1963 interpolerats och angivits med approximationstecken. I de vidare beräkningarna har dock ytan ej medtagits.

För att ytterligare belysa plantutvecklingen i olika försöksled anges i bil. 16.2. antalet topptorra planter vid revision hösten 1964 i procent av antal då levande planter. Av skäl som nämdes ovan göres samma utelämnningar i bil. 16.2. som i bil. 16.1.

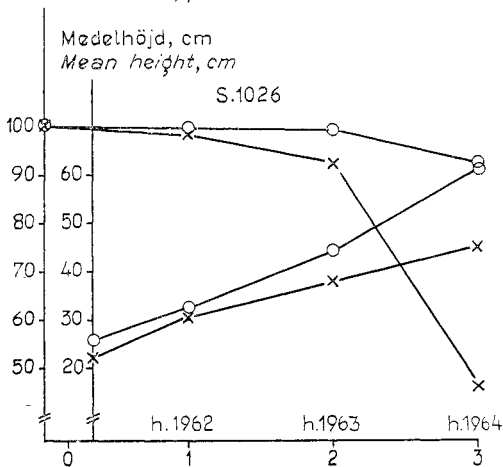
Vid studium av bil. 16.1.—2. måste ihågkommas det motsatsförhållande som råder mellan antalet topptorra planter och våren 1964 avgångna planter. Jämföres t. ex. obehandlat och fläckhackning på försöksytan S.1077 finner man att 18 procent av hösten 1964 levande planter var topptorra för obehandlade kontrollen, medan 27 procent var topptorra för fläckhackning. Antalet levande planter var emellertid 27 respektive 118. Den betydligt högre överlevelseprocenten för fläckhackning erhöles på denna yta i viss mån på bekostnad av vissa skador på plantorna. Förhållandet kan uttryckas så, att medan för fläckhackning skador i vissa fall inskränkte sig till plantors toppar drabbades hela planter i obehandlade kontrollen.

Med beaktande av att denna situation synes ha förelegat på några ytor visar emellertid bil. 16.1.—2. att de olika behandlingarna haft ungefär liknande inflytande på plantors höjduitveckling, jfr tab. 16.12., som nyss visats beträffande överlevelseprocenten.

Tab. 16.12. Vårvinterskadors inverkan på plantors höjdtillväxt, jfr bil. 16.1.—2. Gran.
Influence of late-winter damage on height increment, cf. Appdix. 16.1.—16.2. Spruce.
Auger planting.

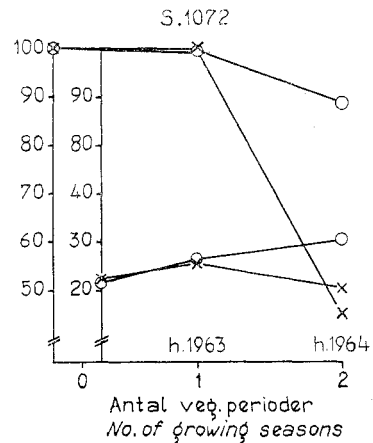
Höjdtillväxt 1964, cm, medelvärden Height increment 1964, cm mean values			Procent av hösten 1964 levande plantor med torr topp Number of live seedlings, per cent, with dead top, autumn 1964			Antal jämförelser behandling-kontroll No. of comparisons treatment-control
Behandling Treatment		Kontroll Control	Behandling Treatment		Kontroll Control	
Fläckhackning Screefing	2,0	-1,0	Fläckhackning Screefing	28,3	38,8	6
Enkel tilta Single plough ridge	1,4	-1,0	Enkel tilta Single plough ridge	33,3	35,1	9
Herbicid Herbicide	3,1	-0,4	Herbicid Herbicide	29,2	36,2	11
SFI-hacka SFI-tool	3,6	2,9	SFI-hacka SFI-tool	22,7	24,7	7
Naskinplantering Machine planting	1,4	0,1	Naskinplantering Machine planting	32,3	27,4	6
Stora planter Large seedlings	1,0	3,0	Stora planter Large seedlings	39,7	33,9	3

Överlevelseprocent
Plant survival, per cent



x = Obehandlat Control
o = Herbicid Herbicide

h.1962 = hösten 1962, o.s.v.; autumn, etc.



Antal v. perioder
No. of growing seasons

Fig. 16.8. Granplantors överlevande och utveckling på ytor S. 1026 och S. 1072, där herbicidbesprutning av vegetationen haft stor betydelse för att förhindra vårvinterskadors uppkomst. Borrplantering.

Survival and development of spruce seedlings on plots S. 1026 and S. 1072, on which herbicide spraying of the vegetation was very efficacious for preventing late-winter damage. Auger planting.

De förfaranden som verkat positivt har följaktligen haft betydligt större inverkan än vad som framgått enbart av inflytandet på antalet överlevande plantor. Som exempel visas i fig. 16.8. planteringsresultatets utveckling fram till och med hösten 1964 på två försöksytor, där

lämplig herbicidbehandling på ett särskilt framträdande sätt verkat positivt.

16.8. Sannolika orsaker till vårvinterskadors uppkomst

Såvitt kan bedömas finns främst två förklaringar till vårvinterskadorna, nämligen svampangrepp och väderleksinflytande. Som senare skall visas kännetecknades väderleken vårvintern 1964 i södra Sverige av en utdragen tjällossningsperiod under en längre högtrycksperiod med betydande temperaturväxlingar mellan dag och natt. Samtidigt var marken snöfri. Denna väderlekstyp vet man erfarenhetsmässigt är farlig för växtlighet. Skadorna påminner också mycket om vad som ibland kallas frosttorka, ibland frostskador. Innan dessa aspekter till förklaring av skadornas uppkomst granskas skall emellertid frågan huruvida svampangrepp kan tänkas ha framkallat skadorna beröras.

16.8.1. Svampangrepp

Inga svampfruktkroppar kunde iakttas på vare sig barr eller stamdelar på skadade plantor i maj 1964.

Viktigaste svamparter som angriper granens barr och som i detta sammanhang kan nämnas är:

Scleroderris lagerbergii Gremmen (Crumenula) (1),

Hypodermella macrospora Lagerb. (2),

Ascochyta parasitica Rostr. (3), *Botrytis cinerea* Pers. (4)

samt *Chrysomyxa Abietis* (Wallr.) Unger. (5)

Art nr 2 kan uteslutas som skadegörare på grund av att angripna barr ej omedelbart fälles, vidare angripes vanligtvis endast späda barr på utväxande årsskott, LAGERBERG (1951). Arter nr 3 och 4 är ej kända för att uppträda i stor skala. Beträffande nr 3 är den i Sverige på gran endast känd från 1-åriga plantor i plantskolor, LAGERBERG (1951). Arten kan även angripa äldre plantor, i vilka fall den infekterar stamdelen på utväxande årsskott. Barren blir bruna och skottdelen ovanför vissnar. Svampens angreppsbild överensstämmer således ej med våren 1964 inträffade skador. Art nr 4 kan uppträda och har uppträtt som parasit endast under extrema fuktighetsförhållanden, LAGERBERG (1951), HÜPPEL—KLINGSTRÖM (1964). Angripna växtdelar får enligt LAGERBERG (1951) »snart en beläggning av askgrå konidiemassor». Denna bild stämmer ej överens med vad som iakttagits, varför även denna svampart kan avfärdas som skadegörare. Art nr 5 angriper späda barr på utväxande årsskott, LAGERBERG (1951). Då ofta samtliga årsskotts barr dödas våren 1964 kan knappast heller denna svampart lastas för skadorna.

Kvar står *Scleroderris lagerbergii* som på senare år svårt härjat tallplantor i plantskolor, BJÖRKMAN (1959), КОНН (1964). Arten angriper även gran, men anses som skadegörare betydligt svårare på tall. Angreppen på gran är vanligtvis sporadiska, men kan tillfälligtvis öka i omfattning och ge

intryck av »epidemi», LAGERBERG (1951). När det gäller gran är det främst underväxt som synes angripas, LAGERBERG (1913), men på senare tid har angrepp även inträffat på granplantor i plantskolor, KOHH (1964). Enligt LAGERBERG (1951) synes infektionen träffa toppskottet. Först sedan svampen utvecklats på angreppsstället och ett nytt toppskott hunnit utvecklas avbrytes näringsförbindelsen så att delar som befinner sig ovanför infektionsstället vissnar. På gränsen till levande vävnad framträder kådbegjutna barksprickor. Svampen sprider sig ej längre än vad den medhinner under infektionsåret. Vad som hittills är bekant om artens angrepp på gran kan tydligen ej förklara de under våren 1964 utbildade skadorna.

Ingen av nämnda svamparter utgör således tillfredsställande förklaring till den inträffade plantavgången.

16.8.2. *Frostinverkan*

16.8.2.1. *Några olika typer av frostsador*

En vanlig benämning på skador vilka uppkommer på växter vid låga temperaturer är frostsador. Litteraturen häröver är även beträffande barrträd omfattande. Nedan upptagna referenser utgör endast ett ringa urval.

Frostsador omnämnas av de flesta, svenska läroboksförfattare i skogsskötsel på 1800-talet, AF STRÖM (1837), OBBARIUS (1845), MÜLLER (1864), SEGERDAHL (1866), HOLMERZ (1879).

Välkända är frostsador som inträffar under vegetationsperioden, särskilt på gran, HOLMGREN (1907), STAUDACHER (1924), GEIGER (1926), AMANN (1930), JUREVIČS (1934), DAY—PEACE (1937 a), MULTAMÄKI (1942), HADDERS—KARLSSON (1962), STOECKLER (1965). Skadorna är framträdande och iakttagbara kort tid efter en frostnatt.

Barrträd, särskilt deras barr, uppvisar emellertid understundom mer eller mindre utpräglade skador även före vegetationsperiodens början och efter dess slut. Utmärkande är att barren antager färger i nyanser från brunt till rött. En gulaktig färg synes i vissa fall utmärka ett förstadium. Ej sällan är denna typ av skadegörelse märkbar efter stränga vintrar, varvid kylan ofta anses vara orsak, SYLVÉN (1924), MÜNCH (1928), JUNGHANS (1959) och av henne citerade författare, ZIEGER—PELZ—HORNIG (1958), ZEIDLER (1964), WENTZEL (1965), EICHE (1966), ibland i förening med en dålig mognad på hösten året innan, HØRBYE (1882), ANDERSSON (1905), LANGLET (1960), ROLL-HANSEN (1961), DIETRICHSON (1964).

På flera håll i Tyskland drabbades vissa barrträdsarter av skador efter den kalla vintern 1962/63, ZEIDLER (1964), WENTZEL (1965). Vintern betecknas som en av de kallaste på 200 år, BAUMGARTNER (1963). Väderleken vid vinterns slut i början av mars visar gemensamma drag med väderleken 1964 under tjällossningsperioden i Sverige. Högtryck rädde i slutet av februari och början av mars med nära maximalt möjligt solsken. Starka temperaturskillnader mellan dag och natt, liksom tjälbildning i marken var rådande. Från mitten av februari understeg det sammanhängande snötäcket 10 cm. Skadorna, vilka nästan enbart och svårast drabbade en del för Tyskland främmande arter, yttrade sig i en kraftig rödfärgning av barren, som i svår-

artade fall föll av plantorna. Rödfärgningen av barren nådde sin största omfattning under övergångsperioden mellan frost- och töväder. Såväl ZEIDLER som WENTZEL anser att ren frostinverkan orsakat skadorna. Båda avfärdar den så kallade frosttorkan, d. v. s. uttorkning som uppkommer genom att växter under varma dagar på vårvintern avger vatten med begränsade möjligheter att ersätta vattenförlusterna ur den frusna jorden, vilken teori synes leda sitt ursprung från EBERMAYER (1873).

I plantskolor är liknande skador en ganska vanlig företeelse. Med om skildrade skador 1964 starkt påminnande yttringar på granplantor i plantskola i Värmland beskriver ERNSTSON—HADDERS (1948). Vårvintern 1947 var snöfattig med upp till 1—1,5 m tjälbildning i marken. Skadorna utvecklades successivt och visade samband med tjälbildningens omfattning i olika delar av plantskolan. Skador kunde förhindras genom halmtäckning av plantor. Inte enbart i Värmland drabbades plantskolor 1947. HEDEMANN-GADE (1948 b) framhåller att vintern innebar en katastrof för ett stort antal plantskolor i södra och mellersta Sverige genom att granplantor till följd av den starka kylan och ringa snötäcket utsattes för frostskador. Den beskrivning HEDEMANN-GADE ger av plantornas utseende påminner mycket starkt om de skador som inträffade på gran å åkermark 1964. Han undersökte liksom ARONSSON (1948) hur olika svårt skadade plantor utvecklade sig under vegetationsperioden 1947 dels genom att låta plantor stå kvar i plantskolan, dels genom att låta plantera ut plantor i skogsmark. Båda fann att med stigande andel av barrmassan rödfärgad ökade plantskadorna och plantavgången. MOLIN (1955) tillskriver frosttorka skador på tallplantor vilka inträffade i plantskolor våren 1954.

Även utomlands förekommer liknande skador i plantskolor, MORK (1954 b), ROBAK (1956), VON SCHÖNHAR (1965), SANDVIK (1966). Dessa anser liksom ERNSTSON—HADDERS (1948) att frosttorka eller uttorkning är sannolik orsak till skadorna. Även SANDVIK (1966) företog utplantering i skogsmark av granplantor skadade i norska plantskolor under väderleksbetingelser vårvintern 1958 som mycket påminner om dem som beskrivits av ERNSTSON—HADDERS (1948). Liksom HEDEMANN-GADE och ARONSSON fann SANDVIK att med tilltagande avbarrning hos använt plantmaterial minskade plantöverlevelsen och höjdtillväxten.

På äldre gran föreligger även rapporter om skador, vid vilkas uppkomst tjäle antages ha medverkat, ROLL-HANSEN (1961).

En säregen form av frostskador är de vilka uppträder i bälten i sluttingar, EVENSTAD (1881), LANGLET (1929), HENSON (1952), VENN (1962), MAC HATTIE (1963). Skadorna antages sammanhånga med att mer eller mindre stillastående kall luft under vissa förhållanden ansamlas i en dalgång. Om varm luft kan få tillträde glider denna vid stabila väderleksförhållanden fram över den kalla luften. I gränsområdet mellan luftmassorna sker en viss oscillering varigenom växtligheten utsättes för omväxlande varm och kall luft. Dessa temperaturväxlingar som inträder plötsligt och kan uppgå till stora värden, LANGLET (1929), anses vara orsak till skadornas uppkomst. Liknande skador orsakade av kraftiga och plötsliga temperaturförändringar synes kunna uppkomma även i mera plan terräng, bl. a. LADEFOGED (1938), BORNEBUSCH—LADEFOGED (1940), DUFFIELD (1956), LANGLET (1960), RAGNARSSON (1964).

Vissa uppmärksammade skador i höjdlägeskulturer av tall, HOLMGREN (1956, 1961, 1963), EBELING (1961), EICHE (1962, 1966) är exempel på ytterligare typ av frostskaador. Är skadorna kraftiga dör plantorna eller försvagas, varigenom de kan bli offer för annan skadlig påverkan.

Litteraturgenomgången stöder närmast uppfattningen att vårvinter-skadorna är av samma typ som flera författare kallar frosttorka.

16.8.2.2. Några fysiologiska och ekologiska faktorer av betydelse för vinterhärdighet

Många teorier och hypoteser har framlagts för att fysiologiskt förklara orsaken till frostskaador och bristande vinterhärdighet. Utförliga sammanställningar av dessa teorier har framlagts av bl. a. LANGLET (1936), LEVITT (1956), VASIL'YEV (1956), JAHNEL (1959), ULLRICH (1962), PARKER (1963).

Det inre förloppet i växter vid uppkomst av frostskaador synes i huvudsak vara följande (efter LEVITT). Iskristaller bildas vid nedkylning av växter i första hand i intercellularerna mellan celler (extracellular freezing). Som en följd härav diffunderar vatten ut genom cellväggen från cellprotoplasterna (dehydrering), jfr KRASAVTSEV (1966), varvid cellerna sammandrager sig. Iskristallerna kan åstadkomma att cellvävnader spränges. Vid upptining diffunderar vatten in i oskadade celler från intercellularerna. Om emellertid cellerna skadats reabsorberas ej vattnet av cellerna, jfr GLERUM—FARRAR (1965). Huruvida isbildning i celler (intracellular freezing) förekommer i naturen synes ej vara klarlagt. Laboratoriemässigt har emellertid sådan isbildning framkallats. Villkoret för denna synes vara en snabb nedkylning.

PARKER (1955) visar beträffande *Pinus ponderosa* och *Abies sp.*, PISEK (1952) och JUNGHANS (1959) beträffande bl. a. *Picea abies*, TRANQUILLINI (1963 a) beträffande *Pinus cembra* att frosthärdigheten är starkt avhängig årstiden och följer årstrenden i lufttemperaturen på så sätt att härdigheten är störst under den kallaste årstiden. TRANQUILLINI (1963 a) visar vidare att äldre träd synes vara frosthärdigare än yngre träd (*Pinus cembra*).

Av betydelse för växters förmåga att uthärda låga temperaturer är i allmänhet som nämnts hastigheten i temperaturväxlingarna, såväl vid nedfrysning som upptining. Hastiga temperaturförändringar är mera skadliga än långsamma, se sammanställning av LEVITT (1956), jfr även ANONYMUS (1966). Nya forskningsresultat, SAKAI (1966), tyder dock på att frågan om inverkan av hastiga temperaturväxlingar är mera komplicerad än vad som framgår av nämnda referenser. Även antalet nedfrysningar och upptiningar synes kunna påverka frosthärdigheten, jfr LEVITT (1956). (Vid upprepade nedfrysningar, avbrutna av upptiningar, uppkommer frostskaador ej sällan vid högre temperaturer än vid första nedfrysningen.)

För att förklara den inre mekanismen bakom varierande vinterhärdighet har växters innehåll av olika ämnen korrelerats med vinterhärdighet. Det är särskilt halten stärkelse och socker som tilldragit sig intresse. Redan LIDFORSS (1896) fann att vintergröna växter uppnådde en maximal sockerhalt under vintern. LANGLET (1936) fann en god korrelation mellan tallplantors torrsbstanshalt och härstamning. Torrsbstanshalten tilltog med ökad nordlig härkomst. Han visade samtidigt att under vintern en god korrela-

tion förelåg mellan torrsubstanshalt och sockerhalt. Senare påvisar LANGLET (1938) experimentellt korrelationen mellan frosthärdighet och torrsubstanshalt. I Finland framhåller KALELA (1937) sambandet mellan frosthärdighet och härstamning. Ett stort antal andra forskare har funnit att stegrad sockerhalt åtföljt ökad vinterhärdighet såväl hos träd som andra växter, jfr sammanställningar av LEVITT (1956), VASIL'YEV (1956), PARKER (1963). Vissa forskare har emellertid funnit att korrelationen mellan vinterhärdighet och sockerhalt inte alltid varit god, se sammanställning av LEVITT (1956). PARKER (1963) nämner emellertid senare forskningsresultat som synes visa att mera komplexa sockerföreningar, vilka ej analyserats av tidigare forskare, kan vara korrelerade med vinterhärdighet. Även om PARKER betonar att andra ämnen än socker även bestämmer vinterhärdigheten synes han emellertid vara av den uppfattningen att sockerarter tillhör de ämnen som medverkar häri. PARKERS uppfattning finner stöd av SAKAI (1958, 1960, 1964) och ULLRICH, som, i en sammanfattning 1962 av egna och andra forskares arbete, ger en fördjupad bild av vinterhärdighetens inre mekanism. Det synes framgå att sockerarter därvid spelar en framträdande roll. Sockerarternas inflytande kunde experimentellt modifieras genom tillsättning av vissa ämnen i försöken. Vid uppkomst av frostsador synes vidare kloroplatserna vara särskilt utsatta, vilket visar sig leda till att fotosyntesen mera skadas än respirationen.

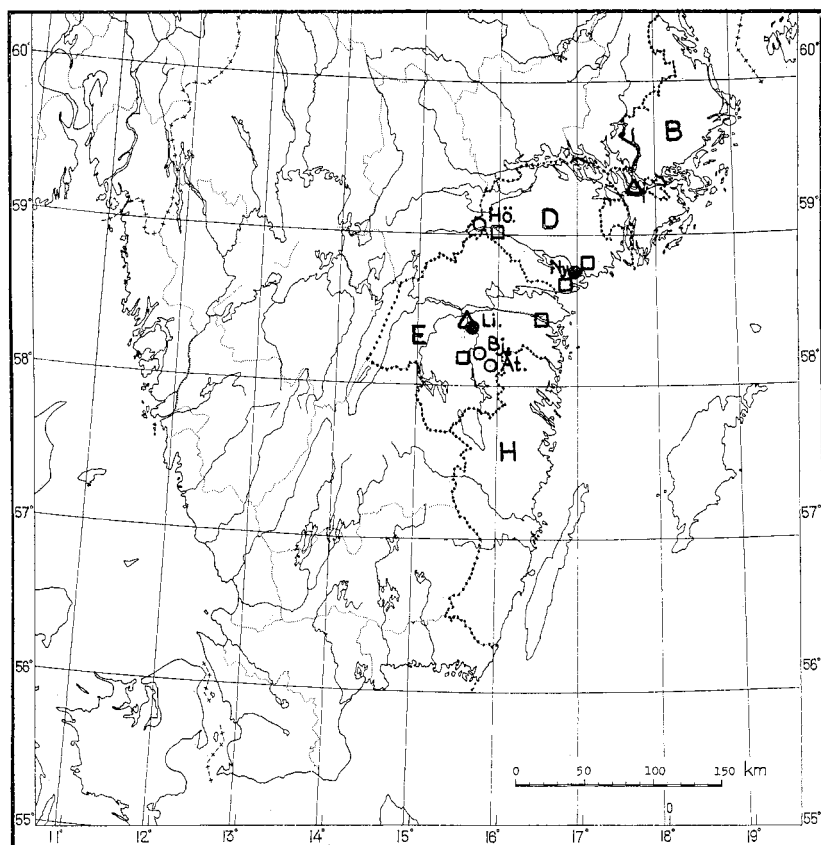
Beträffande inverkan av markens näringsinnehåll på växters vinterhärdighet föreligger talrika resultat som tyder på att ökad tillgång på särskilt fosfor och kalium har positiv betydelse, SATO—MUTO (1951), WHITE—FINN (1964), BENZIAN (1966), medan kväve har negativ effekt, se sammanställningar av LEVITT (1956), VASIL'YEV (1956). Den senare framhåller emellertid att en balanserad och god tillgång på näringsämnen, även inkluderande kväve, är av betydelse för vinterhärdighet, jfr även BENZIAN (1966). Beträffande kalium fann KOPITKE (1941) att inom vissa gränser stegrad tillgång på ämnet ökade halten enkla sockerarter hos plantor av flera barrträdsarter. Även andra förhållanden som antages sammanhånga med frosthärdighet påverkades gynnsamt av ökad kaliumhalt.

Innan möjligheten provas att frostinverkan framkallat skadorna redovisas väderleksdata våren 1964.

16.9. Vissa meteorologiska uppgifter för åren 1961—1964 jämte mikrometeorologiska mätningar 1964—1966

16.9.1. Meteorologiska uppgifter

Enligt Sveriges Meteorologiska och hydrologiska instituts årsbok del I rörande månadsöversikter över väderlek för mars—april 1964 befann sig från omkring den 11 mars till den 9 april ett högtryck över Skandinavien. I södra Sverige blåste ostliga vindar, vilka särskilt i april var kalla för årstiden. Mildare luft inträngde i landet omkring den 9 april. Från den 12 april översteg dagstemperaturen 10 grader och kulminerade omkring den 20 april med dagstemperaturer över 20 grader. Under den långa tid högtrycket rådde saknades praktiskt taget



Beteckningar:

- Station med temperatur- och snömätning. *Station with measurement of temperature and snow cover.*
- Station med temperaturmätning. Jfr. tab.16.14. *Station with measurement of temperature. Cf. table 16.14*
- Δ Station med mätning jordtemperatur. *Station with measurement of soil temperature.*
- Försöksytor med svåra vårvinterskador. *Plots with severe damage.*

B Province of Stockholm
 D " Södermanland
 E " Östergötland
 H " Kalmar

Fig. 16.9. Belägenheten av meteorologiska stationer (SMHI:s) i förhållande till försöksytor med svåra vårvinterskador.
 Location of met. stations (SMHI) in relation to the plots on which severe late-winter damage occurred.

snötäcke, samtidigt torde marken ha varit tjälad in i april under den nämnda varma perioden.

Meteorologiska observationer finns ej utförda på försöksytorna under den nämnda tiden. För att belysa väderleksförhållandena, och för att få fastare underlag än vad den allmänna väderlekskaraktistiken ger, hämtas vissa uppgifter från de i förhållande till försöksytor med svåra skador, mest närbelägna av SMHI:s stationer, fig. 16.9.

Följande stationer utnyttjades:

	Län	Registreringar
Nyckelby	B	Jordtemperatur
Nyköping	D	Lufttemperatur, snötäcke
Linköping	E	» »
Tornby	E	Jordtemperatur

Huvuddelen av uppgifterna erhöles ur utgivna publikationer. Genom tillmötesgående av statsmeteorolog H. MODÉN har jag även fått ta del av ännu ej offentliggjorda siffror rörande dygnsvisa temperaturuppgifter för stationerna Nyköping och Linköping under mars—april åren 1961—1964, bil. 16.3.—4.

Uppgifter om jordtemperatur och snötäcke finns publicerade för den 5:e, 15:e och 25:e i varje månad.

Jordarten är lera på stationer där jordtemperatur mätes. Denna jordart återfinns även på flertalet av de skadade försöksytorna, jfr 16.2. och bil. 5.1. Då stationerna, med undantag av Nyckelby, är belägna relativt nära försöksytorna, fig. 16.9., bör en någorlunda god bild av väderleksförhållandena på försöksytorna erhållas. Särskilt bör uppgifternas värde öka om väderleken jämföres under ett antal år. Härvid tilldrager sig bl. a. år 1962 intresse, jfr 16.1.

Meteorologiska data för åren 1961—1964 av intresse i detta sammanhang framgår av fig. 16.10.—11., tab. 16.13.—14. samt bil. 16.3., jfr även Kap. 8.

Av de 4 åren avviker år 1961 starkt från övriga år. Vintern var mild och snöfattig. Eventuell ytlig tjäle bör på ett tidigt stadium av året ha försvunnit ur marken. Av övriga år skiljer sig vintern år 1963 från 1962 och 1964 såsom ovanligt snörik och kall, med åtminstone i Nyköping länge kvarliggande snötäcke. I övrigt avviker år 1963 från åren 1962 och 1964 främst i att luftens dygnsvisa temperaturamplitud, d. v. s. skillnaden mellan maximi- och minimitemperaturen, i mars och april uppvisat betydligt lägre värden än dessa år.

Åren 1962 och 1964 utmärker sig av snöfattigdom. Under år 1962 föll emellertid snö under mars månad. Snötäcket i såväl Nyköping som

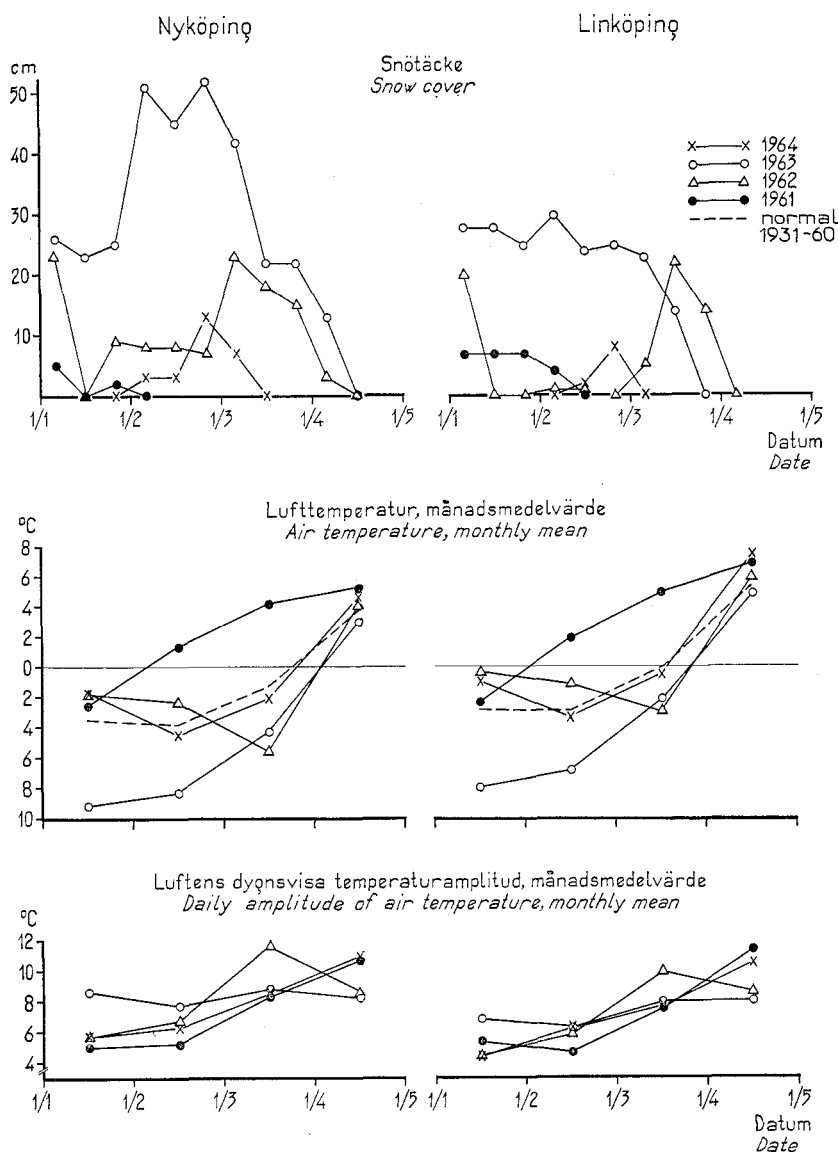
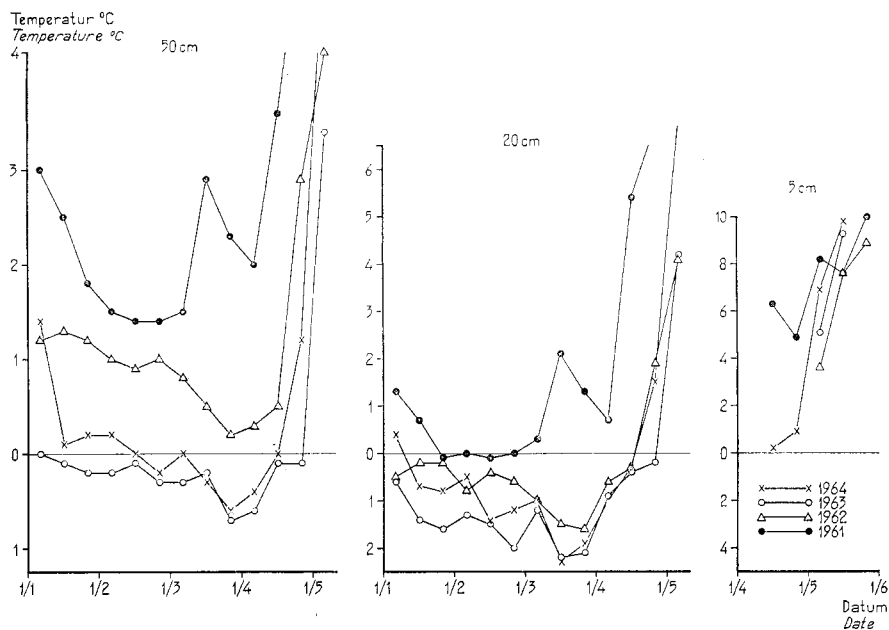


Fig. 16.10. Vissa meteorologiska data för meteorologiska stationerna Nyköping och Linköping för januari—april åren 1961—1964.

Some meteorological data for the met. stations Nyköping and Linköping, for months January—April in the years 1961—1964.

Linköping uppgick under större delen av månaden till 10—20 cm. Under denna tid var dygnets temperaturamplitud i medeltal störst, varför snön kan antagas något ha dämpat verkningarna härav. Under april

Nyckelby



Tornby

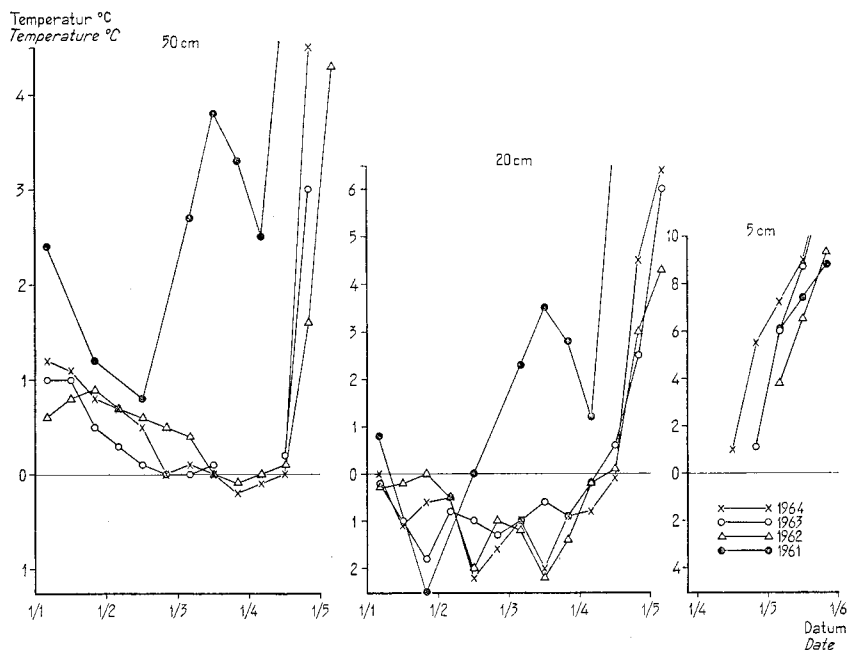


Fig. 16.11. Jordtemperatur på olika markdjup för stationerna Nyckelby och Tornby för januari—april åren 1961—1964. Jordart lera å stationerna.

Soil temp. at various depths for the stations Nyckelby and Tornby during the months January—April between 1961—1964. Soil type: clay.

Tab. 16.13. Nederbörd för stationerna Nyköping och Linköping under februari—maj åren 1961—1964.

Precipitation for met. stations Nyköping and Linköping for months February—May, 1961—1964.

Station Station	År Year	Nederbörd, mm Precipitation, mm							
		Februari February		Mars March		April April		Maj May	
		aktuell actual	normal normal 1930-60	aktuell actual	normal normal 1930-60	aktuell actual	normal normal 1930-60	aktuell actual	normal normal 1930-60
Nyköping, F 11	1961	10	39	22	29	25	34	70	38
	1962	28		29		28		55	
	1963	21		7		19		27	
	1964	23		0		11		30	
Linköping	1961	12	31	24	25	26	31	86	38
	1962	39		36		35		34	
	1963	15		7		33		24	
	1964	22		0,8		18		22	

Tab. 16.14. Uppgifter om minimitemperatur under vintrarna 1960/61—1963/64 för några av Sveriges Meteorologiska och hydrologiska instituts stationer, jfr fig. 16.9.

Information on min. temps. attained in winters 1960/61—1963/64 at some met. stations in Sweden, cf. Fig. 16.9.

Station Station	År Year	Lägst temperatur °C Lowest temperature °C								Minimitemperatur °C, medelvärde Mean minimum temperature °C							
		Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Mars	April	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Mars	April
		Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	March	April	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	March	April
Södermanlands län Province of Södermanland																	
Nyköping (Ny) F 11	1960	1,2	-4,2	-7,2	-9,8	-14,2	-12,0	-9,9	-10,2	7,6	8,2	-0,1	-7,2	-5,1	-1,3	0,1	-0,2
	1961	0,0	3,2	-8,2	-16,1	-21,2	-14,5	-22,9	-5,5	5,8	3,6	-1,3	-8,2	-4,8	-5,9	-11,7	0,1
	1962	-2,2	-3,7	-11,3	-20,4	-21,2	-14,5	-22,9	-5,5	5,8	3,6	-1,3	-8,2	-4,8	-5,9	-11,7	0,1
	1963	-1,9	-3,5	-15,7	-19,5	-23,7	-28,8	-20,7	-9,4	7,5	3,8	-0,5	-3,8	-14,0	-12,0	-8,4	-0,8
Högsjö (Hö)	1964					-16,7	-19,9	-15,0	-8,5					-4,9	-7,5	-6,5	-0,6
	1961							-7,5	-7,0							0,2	-0,2
	1962							-20,0	-5,0							-10,3	0,4
	1963							-20,0	-5,9							-7,9	0,0
	1964							-12,7	-7,0							-6,1	0,8
Östergötlands län Province of Östergötland																	
Linköping (L1)	1960	3,5	-3,1	-4,2	-8,7	-15,1	-11,0	-5,0	-4,7	9,5	8,1	0,6	-5,7	-4,7	-0,6	1,0	0,9
	1961	4,8	3,1	-6,5	-16,1	-21,2	-11,5	-15,0	-3,5	7,3	5,4	-0,5	-6,7	-2,7	-4,3	-8,7	1,3
	1962	1,4	-2,2	-8,0	-21,0	-14,6	-11,5	-15,0	-3,5	7,3	5,4	-0,5	-6,7	-2,7	-4,3	-8,7	1,3
	1963	0,8	-0,7	-10,5	-15,0	-17,0	-32,0	-16,5	-5,2	9,0	5,0	1,3	-4,4	-11,6	-10,1	-6,6	0,7
Björka-Säby (Bj)	1964					-11,8	-16,5	-12,1	-5,7					-2,9	-6,4	-4,7	1,8
	1961							-6,0	-6,0							0,6	-0,3
	1962							-21,3	-7,1							-13,0	0,5
	1963							-19,6	-6,5							-8,3	-0,1
Årvidaberg (Åt)	1964							-15,4	-8,0							-6,4	0,8
	1961							-7,0	-6,5							0,3	-0,3
	1962							-21,4	-7,5							-13,4	-0,2
	1963							-21,6	-8,8							-8,5	-1,0
	1964							-15,2	-9,0							-5,8	-0,5

månad sjönk temperaturamplituden betydligt. År 1964 försvann det ringa snötäcket redan de första dagarna i mars. Under april månad detta år uppgick i medeltal temperaturamplituden till 10,9° för Ny-

köping och $10,8^{\circ}$ för Linköping, medan motsvarande värden för år 1962 var $8,6^{\circ}$. Tjälbildningen kan antagas ha varit något kraftigare under 1964 än under 1962. Någon större skillnad mellan dessa två år synes emellertid ej ha rätt när det gäller tidpunkten för tjälens försvinnande ur markens översta lager.

År 1964 avviker från år 1962 även däri att nederbörden under mars —april var avsevärt lägre, och långt under den normala, tab. 16.13.

Uppgifter om lägsta minimitemperatur jämte medelminimitemperatur inhämtades för ytterligare några stationer, jfr tab. 16.14. och fig. 16.9. I allmänhet var minimitemperaturen för april månad lägst år 1964. För stationerna i Södermanlands län uppvisade emellertid Nyköping åren 1961 och 1963 lägre minimitemperatur under april månad än år 1964, medan för Högsjös vidkommande år 1961 uppvisade samma värde som 1964. För Östergötlands del skiljer sig år 1963 för ett par stationer föga från år 1964. Beträffande medelvärde på minimitemperaturen för april månad framträder varken år 1962 eller 1964 som särpräglade i förhållande till åren 1961 och 1963, vilka senare år uppvisar lägre medelvärde än de förra. För mars månad skiljer sig dock år 1962 med avsevärt lägre värden än övriga år.

Tabell 16.14. ger ej särskilt starkt stöd för att frostverkan skulle vara framkallande orsak till skadorna, än mindre bil. 16.3. Vore nämligen ren köldinverkan orsak till skadorna borde frostsador ha uppstått år 1961. Mars månad var detta år ovanligt mild. Då samtidigt marken bör ha varit tjälfri torde växtligheten ha börjat en viss omställning från vinter- till vårförhållanden. I början av april inträffade emellertid ett köldinbrott, särskilt i Södermanland. I Nyköping sjönk minimitemperaturen under 10 minusgrader, vilket är avsevärt lägre än vad som förekom samma månad år 1964. Trots detta finns inga frostsador på granplantor omtalade. Ej heller såg jag dylika under fältarbeten intill Nyköping. Inga frostsador inträffade heller under den stränga vintern 1963. Som tidigare nämnts förekom dock skador våren 1962 i Östergötland liknande dem våren 1964. Att den förhållandevis stränga kylan i mars månad 1962 skulle vara orsak till skadesymptomen detta år förefaller föga sannolikt. Hade så varit fallet borde nämligen skadegörelsen varit betydligt större detta år än 1964. Nu är emellertid förhållandet det omvända. Ej heller torde de under de fyra åren registrerade temperaturväxlingarna mellan dag och natt på våren, fig. 16.10., kunna i och för sig vara orsak till skadorna. Man finner nämligen, fig. 16.10., bil. 16.3., att den genomsnittliga temperaturamplituden under mars och april år 1961 var lika hög som under 1964 utan att någon som helst skadegörelse är känd från år 1961.

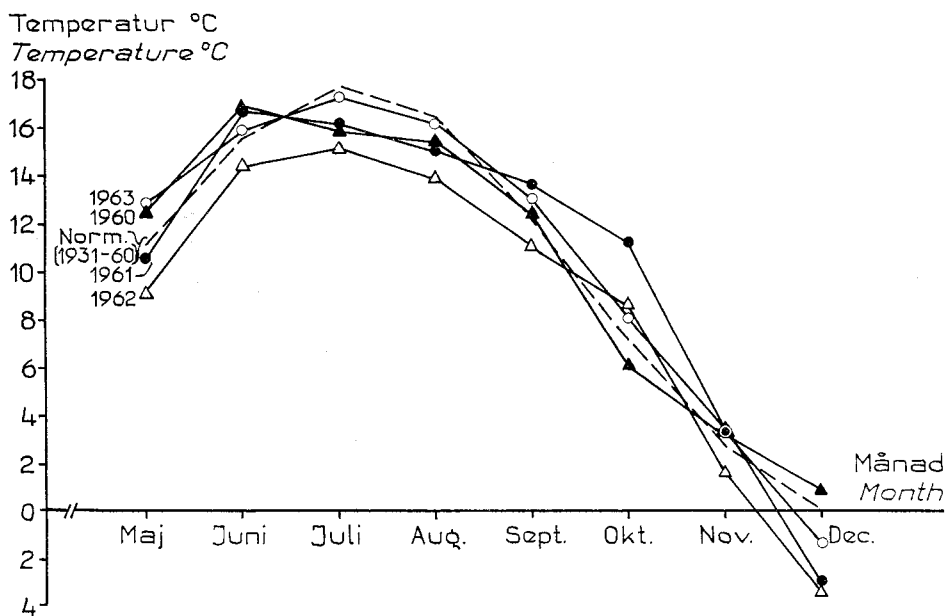


Fig. 16.12. Månadsmedelvärde på lufttemperaturen maj—december åren 1960—1963 å meteorologiska stationen Linköping.

Monthly mean air temps. for the months May—December between 1960—1963 at the met. station Linköping.

Huruvida låga temperaturer under höst eller vinter kan ha orsakat skadorna belyses av tab. 16.14. Inga i förhållande till övriga år extrema temperaturer registrerades från september 1963 till och med april 1964. Den enda månad under denna tid som uppvisat lägre minimitemperatur än motsvarande månad samma period under andra år är november månad, då $-15,7^{\circ}$ registrerades i Nyköping och $-10,5^{\circ}$ i Linköping den 24. Under år 1962 som kommer närmast är lägsta minimitemperatur under november $-11,3^{\circ}$ respektive $-8,0^{\circ}$. Som framgår av bil. 16.4. inträffade under 1963 lägsta minimitemperaturen i slutet av en 10 dagars lång köldperiod. Plantorna bör under denna tid successivt ha härdat. Det förefaller därför föga sannolikt att frostnatten den 24 november 1963 bär skulden för de i april—maj uppträdande skadorna på granplantor. Detta framträder tydligare vid studium av fig. 16.12., som med hjälp av meteorologiska uppgifter för stationen Linköping är avsedd att belysa invintringsförhållandena under olika år. DIETRICHSON (1964) framhåller att en väl avslutad invintring med lignifiering av höstvedceller är av betydelse ur frosthärdighetssynpunkt. Som fig. 16.12. visar kan sommaren och hösten 1963 betecknas som gynnsam-

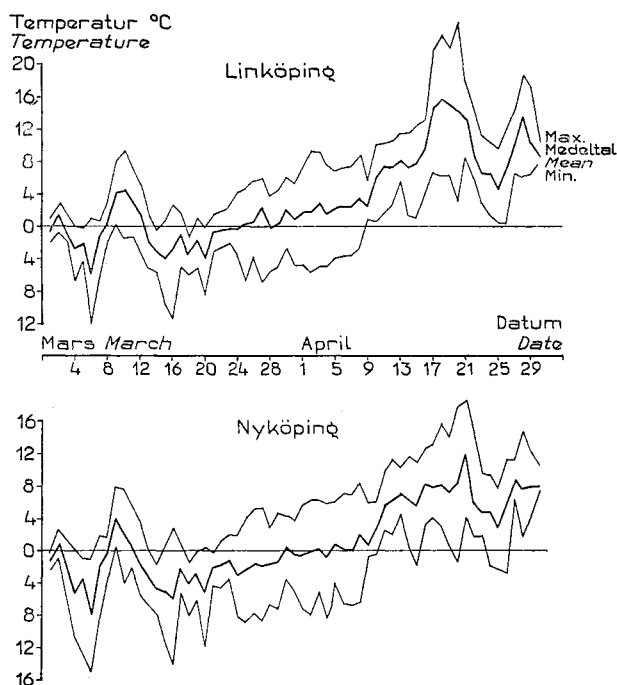


Fig. 16.13. Dygnsvis luftens minimi-, maximi- och medeltemperatur under mars—april år 1964 för meteorologiska stationerna Nyköping och Linköping.
Min., max. and mean air temps., by days, during the months March and April 1964.
Met. stations Nyköping and Linköping.

mast av alla undersökta år. Medeltemperaturvärdena är nära överensstämmande med normalvärdena för åren 1931—1960. Samtidigt var nederbörden riklig, vilket bör ha gynnat växtligheten. Övriga år utmärkes i stort sett av lägre temperatur än normalt under sommaren. Särskilt är temperaturunderskottet anmärkningsvärt från maj månad och ända fram till och med september för år 1962. Den kyliga och regnrika sommaren 1962 följdes av en ovanligt sträng vinter, tab. 16.14. och fig. 16.10. Trots detta är såvitt bekant inga här avsedda vinterskador kända från vintern 1962/63 i södra Sverige. Allt tyder på att skadorna vårvintern 1964 knappast kan sökas i en dålig invintring hösten 1963.

En direkt inverkan av den ringa nederbörden i mars—april 1964 förefaller knappast heller kunna utgöra tillräcklig anledning till skadornas uppkomst. Genom att marken kan antagas ha varit tjälad under huvuddelen av den nämnda perioden, fig. 16.11., torde plantorna ej ha kunnat nyttiggöra sig nederbörd annat än genom eventuell upptagning via ovanjordsdelarna, jfr vidare 16.10.

Det synes uppenbart att i den mån skadegörelsen har samband med väderleken 1964 är skadegörelsen främst att söka i andra än hittills berörda, enskilda meteorologiska förhållanden.

En mera detaljerad bild av väderleken mars—april 1964 visas i fig. 16.13. Minimitemperaturen var för såväl Nyköping som Linköping lägre än noll grader under hela mars och fram till omkring den 9 april, samtidigt var dygnets maximitemperatur praktiskt taget hela tiden över noll grader. Från omkring den 25 mars i Linköping och omkring den 3 april i Nyköping överstiger även dygnets medeltemperatur noll grader. Samtidigt ökar temperaturamplituden mellan dag och natt och uppgår från slutet av mars fram till den 9 april till värden som nästan alla dygn ligger mellan 10 och 15 grader. Den temperaturamplitud granplantor utsättes för är större än de nämnda värdena genom att minimitemperaturen är betydligt mindre och maximitemperaturen större nära marken än på den standardnivå på vilken mätningarna är utförda, GEIGER (1961). Utmärkande för den nämnda tiden är vidare att barmark rädde och att tjäle sannolikt fanns i markens övre lager, fig. 16.11. Markytan vid de stationer där jordtemperaturen mätes är be vuxen med kortklippt gräs. Flertalet av försöksytorna är däremot be vuxna med kraftig gräsvegetation, vilken bildar ett isolerande lager i nedvissnat skick, jfr 16.9.2.2. Det kan antagas att tjällossning i markens övre lager försiggått senare på försöksytorna än på de meteorologiska stationerna, som, enligt inhämtade uppgifter, är belägna i topografiskt jämn terräng.

I detta sammanhang kan nämnas att jordprovstagning var planerad våren 1964 på ytorna S.1024 och S.1064—65. Vid besök på lokalerna den 15 maj låg tjäle fortfarande kvar nära markytan åtminstone på ytan S.1064 på torvjord, varför provtagning fick uppskjutas. Ännu under det värmeinbrott som inträffade i mitten av april och som varade i ungefär en vecka med maximitemperaturer upp mot 25 grader har sannolikt på vissa försöksytor de marklager varit tjälade där plantrötterna befinner sig.

Väderleksförhållandena har således varit mycket ogynnsamma under mars—april 1964 för unga granplantor och urskiljer sig från övriga studerade år. Uppkomsten av skadorna 1964 kan därför sammanhånga med de nämnda förhållandena under mars—april. Denna hypotes skall närmare prövas i 16.10. Att endast mindre symptom på skador utbildades under våren 1962 skulle således mot bakgrund av hypotesen, i första hand förklaras dels med snötäcket i mars månad, dels med jämnare dygnstemperatur i april månad.

De i 16.8.2.1. omnämnda, svåra skadorna på gran i plantskolor i

södra och mellersta delarna av landet vårvintern 1947 uppkom vidare under nästan identiska väderleksförhållanden som 1964, jfr ERNSTSON—HADDERS (1948). Så var även fallet med de av SANDVIK (1966) studerade skadorna i Norge vårvintern 1958.

16.9.2. Mikrometeorologiska mätningar

För den fortsatta diskussionen kommer en del mikrometeorologiska förhållanden att vara av betydelse. Dessa behandlas här samtidigt som egna mätningar redovisas.

Använda minimitermometrar för mätning av luftminimitemperatur 1964—65 var av fabrikat Schneider & Sohn och desamma som officiellt användes av SMHI. Termometrarnas noggrannhet är av tillverkaren garanterad till $\pm 0,2^\circ$. De är graderade i halva grader. Avläsning gjordes på $0,1^\circ$ när.

Jordtemperaturmätningar utfördes vårarna 1964—65 med i rät vinkel böjda glastermometrar graderade i halva grader. Avläsning skedde på $0,5^\circ$ när. Mätning utfördes på 5 och 10 cm djup på gräsklädd mark, i fläckhackningsrutor, i och under tilta och i plogfåra på plan mark. Mätpunkterna var belägna 1,5—3,5 m från varandra. Under vintern 1965/66 genomförda jordtemperaturmätningar utfördes med termistorer, jfr GEIGER (1961), SVENSSON (1965). Termistorerna var kalibrerade av SMHI och kontrollerades vid 0° vid nedgrävning i december 1965.

Termistorernas känslarkropp var kulformad, vilket HAEGGBLOM (1959) funnit vara fördelaktigt för att undvika inverkan av termistorers åldrande, d. v. s. förändring av kalibreringen med tiden. På den ena, S.1067, av de två ytor (S.1067 och S.1084), där termistorer använts, upptogs termistorerna i september 1966 och kontrollerades på nytt vid 0° . Kontrollen utvisade i allmänhet små avvikelser i förhållande till värdena vid utsättning, $\leq 0,5^\circ$, i såväl positiv som negativ riktning. I en mätunkt, tunn, enkel tilta, 20 cm under markyta, uppgick emellertid avvikelsen till $-1,5^\circ$.

Samtidigt med termistormätningarna genomfördes tjäldjupsmätningar, varvid meteorologiska stationer upprättades på ytor S.1067 och S.1084. Vid stationernas etablering i fält medverkade meteorolog HANS ODIN. På ytor S.1024 och S.1064 belägna ca 500 m från ytan S.1084 gjordes endast tjäldjups- och snömetningar. Följande instrument och anordningar användes:

Instrument	Fabrikat	Enhet för avläsning	Anmärkning
Instrument	Manufacturer	Units of reading	Notes
Termohygrograf	Lambrecht		
Kviksilvertermom.		0,1°	SMHI:s } kalibrerade calibrated
Minimitermometer	Schneider & Sohn	0,1°	
Maximitermometer		0,1°	
Hårhygrometer	Lambrecht	1%	
Tjäldjupsmätare	Lantbrukshögskolan	1 cm	Type GANDAHL (1957)
Meteorol. bur			Type SMHI
Snödjupsmätare		1 cm	
Termistorer	Veco	0,1°	
Wheatstone brygga	Norma, Wien		Normameter RI

Tjäldjupsmätarna har konstruerats av GANDAHL (1957) och modifierats av ANDERSSON (1964 a). I princip bygger mätarna på att vatten tillsatt med metylenblått undergår färgförändring då vattnet fryser till is. GANDAHL har funnit en mycket god överensstämmelse mellan avlästa tjäldjupsvärden och värden erhållna genom borrhning eller grävning. För styva leror konstaterades en överskattning av tjäldjupet om 3—4 cm med mätarna (10 %). Här använda tjäldjupsmätare av plast-rör var 2 m långa och nedsattes i marken 1 m eller 1,25 m. Då snötäcket under större delen av vintern 1965/66 var 0,5 m, jfr fig. 16.19.—21., har således 0,25—0,5 m av mätarna befunnit sig ovan snön. Tjäldjupsmätarna placerades i samma profiler som termistorerna.

Vid avläsning och skötsel av apparaturen liksom utvärdering av termohygrografens registreringar följdes principer angivna i SMHI:s »Handbok för väderleksobservatörer» (1958).

Avläsning av instrument utfördes under högvintern 1 gång/vecka, mot slutet av vintern 2 gånger/vecka. Tidsmarkering jämte avläsningar för korrigering av termohygrografens registreringar genomfördes dock 2—3 gånger/vecka.

Observationerna omhänderhades av skogvaktare GÖTE GEORGSSON, Thorönsborg, å yta S.1067, och av vaktmästare OLLE PERSSON, Västerby skogsbruksskola, å yta S.1084.

Beräkning av dygnsvisa medeltemperaturer från termohygrogrammen baserades på temperaturen kl 7, 13 och 19. Formel använd av SMHI brukades.

Jordtemperaturen mättes på 5, 10, 20 och 40 cm djup i en punkt å gräsbevuxen mark, i fläckhacknings- och herbicidruta; på 5, 10 och 20 cm djup under tunna (S.1067 och S.1084) och tjocka (S.1067) tilters anliggningsyta mot marken. Inom tilter mättes temperaturen

Ta .16.15. Minimitemperatur 10 och 25 cm över markyta och enkel tilta, jfr bil. 16.5. och fig. 16.14.

Min. temps. at 10 and 25 cm above soil surface and above single plough ridge, cf. Appdix. 16.5. and Fig. 16.14.

Yta Plot	Datum för mätning Date of measure- ment	10 cm över mätobjekt 10 cm above surface				25 cm över mätobjekt 25 cm above surface			
		Station 1		Station 2		Station 1		Station 2	
		Mark- yta Soil surface	Tilta Plough ridge	Mark- yta Soil surface	Tilta Plough ridge	Mark- yta Soil surface	Tilta Plough ridge	Mark- yta Soil surface	Tilta Plough ridge
S.1067	5/5 - 11/5	1,5	2,2	2,0	2,4	2,4	2,8	2,3	2,7
S.1066	12/5 - 15/5	5,6	6,5	5,6	6,4	6,5	6,9	6,4	6,7
S. 948	13/5 - 15/5	5,4	5,8	5,1	5,6	6,0	6,5	6,2	6,5
S.1024	26/5 - 2/6	-1,0	-0,5			-0,8	-0,4		
S.1064	26/5 - 2/6	-3,6	-2,1			-2,2	-1,2		

Gles örtvegetation på tiltor på ytor S.1066-67

Sparsely herb-vegetation on plough ridges on plots no. S.1066-67

5 cm under tiltöversidan på tunna tiltor och 5 och 10 cm under tiltöversidan på tjocka tiltor.

Mätpunkterna var belägna inom en cirkel med radien ca 3,5 m å yta S.1067 samt radien ca 2 m å yta S.1084 på plan mark. På ytor S.1024 och S.1064 genomfördes som nämnts enbart tjäldjups- och snömätning vintern 1965/66. Tjäldjupet mättes i en punkt på gräsklädd mark och i tunn tilta å båda dessa ytor. Å ytan S.1024 skedde mätning dessutom i tjock tilta. Mätpunkterna var belägna inom 1,5 m avstånd från varandra.

Snödjup mättes på gräsklädd mark i 1—2 punkter, på tilta i en punkt. På ytor S.1024 och S.1064 föreligger mätning av snödjup endast på gräsklädd mark.

16.9.2.1. Minimitemperatur över gräsbevuxen markyta och över tilta

Medelvärde av minimitemperatur på 10 och 25 cm höjd över markyta och tilta vid mätningar våren 1964 framgår av tab. 16.15., för enskilda dygn av bil. 16.5. Mät punkt över markyta var belägen 0,5—1 m från mät punkt på tilta å plan mark. En temperaturstation visas i fig. 16.14.

Medelvärdet på minimitemperaturen är regelmässigt högre över tilta än markyta. Skillnaden för 10 cm höjd varierar för enstaka stationer på olika ytor mellan 0,4—1,5° och för 25 cm höjd mellan 0,3—1,0°. Med t-test erhålles för 10 cm höjd signifikanser som i de flesta fall ger P-värden på 0,1—1 procent. För 25 cm höjd erhålles även mestadels motsvarande eller något lägre signifikanser. Testen är utförda för enskilda stationer inom ytor, med undantag av ytor S.948 och S.1066 där stationer 1 och 2 slogs samman.



Fig. 16.14. Yta S. 1066. Station för mätning av luftens minimitemperatur över markyta och tilla. Maj 1964, jfr bil. 16.5.

Plot S. 1066. Station for measurement of min. air temp. above normal soil surface and above plough ridge. May 1964, cf. Appdix. 16.5.

Skillnad i minimitemperatur över tilla och markyta har praktisk betydelse, jfr 16.10. Således konstaterar MESHECHOK (1964) att planter på tilla på myrmark undgått frostsador i avsevärt större utsträckning än planter planterade i markytans nivå. Vid revision hösten 1964 förelåg traditionella vårfrostsador på två försöksytor, nämligen S.1072, bil. 5.1., samt S.1066 anlagd våren 1964 på Boxholms Bruks AB i Boxholm. Skadorna yttrade sig i att knopparna vid tidpunkten för knopp-sprickning frusit, så att 1964 års toppskott ej alltid utbildats. Planter på tilla klarade sig avsevärt bättre från sådana frostsador än planter satta i markytans nivå, tab. 16.16. Beträffande försöksyta S.1072 var detta fallet trots att jämförelsen med plantering i markytans nivå gjordes efter herbicidbehandling, eftersom planter satta direkt i vegetationen uppvisade så svåra vårvinterskador att en säker urskiljning av efter skottsprickning inträffade vårfrostsador var omöjliggjord. På yta S.1066 representeras planteringsmetoden i markyta av plantering direkt i vegetationen.

16.9.2.2. Jordtemperatur och tjäle

Innan egna mätresultat redovisas behandlas litteratur över temperaturförhållanden i mark, särskilt med hänsyn till tjälbildning och tjällossning.

Tab. 16.16. Plantor utan vårvinterskador borrhplanterade i markyta och på enkel tilla (b), vilka plantor vid höstrevision 1964 uppvisade skador av vårfrost 1964 efter skottsträckning. Procent av på våren 1964 levande plantor utan vårvinterskador. Gran.

Seedlings which lacked late-winter damage and were planted both in unploughed ground and on a single plough ridge (b); which in autumn 1964 showed damage from the spring frosts of 1964, occurred after shoot elongation. Percentage of living seedlings in spring 1964 without late-winter damage. Spruce. Auger planting.

Yta Plot	Block	Procent frost- skadade plantor Per cent frost- damaged plants	
		(1) Markyta Soil surface	(2) Tilla Top of plough ridge
S.1066	A	56,7	26,7
	B	43,3	23,3
	C	50,0	13,3
	D	17,2	0,0
	E	23,3	13,3
	M Mean	38,3	15,3
S.1072	A	31,2	0,0
	B	4,3	4,2
	C	37,5	0,0
	D	40,0	15,4
	E	15,8	8,0
	M	25,5	5,6
Diff. (1) - (2): S.1066: 23,0** S.1072: 19,9; P<0,1			

Faktorer som är bestämmande för jordtemperaturen har i handboksform sammanställts bl. a. av KERÄNEN (1929), AALTONEN (1948), RICHARDS et al. (1952), GEIGER (1961). Förutom av bl. a. meteorologiska förhållanden, t. ex. lufttemperatur, strålning, snötäcke, påverkas jordtemperaturen i markens övre skikt av vegetationen, jfr bl. a. WOLLNY (1883), HOMÉN (1893), KIAER (1922), ÅNGSTRÖM (1925, 1936), RONGE (1928), MORK (1933), GOODELL (1939), GÖHRE (1954), GÖHRE—LÜTZKE (1956), SIRÉN (1955), PESSI (1958), FRANSSILA (1960), YLI-VAKKURI (1961), MATTSSON (1961, 1966). Genom att vegetation har dålig värmeledningsförmåga och genom att den bidrager till ökad reflexion av infallande strålning, ÅNGSTRÖM (1925), blir bar jord i allmänhet varmare under vegetationsperioden än vegetationsklädd mark, jfr nämnda forskare. Drastiska exempel på vegetationens betydelse härvidlag ger KEIL (1947/1948) och P'YAVCHENKO (1957). Den förre omtalar att man i Sibirien lyckats göra mark, som annars är evigt frusen, fruktbar genom att avlägsna ett tjockt råhumustäcke. Övre marklagren har härigenom tinat upp, varefter uppodling möjliggjorts. Den snabbare uppvärmningen av vegetationsfri mark än vegetationsbunden mark innebär i allmänhet att tjäle snabbar försvinner ur övre marklager, där vegetationen saknas. Detta har visats bl. a. av ÅNGSTRÖM (1936) beträffande skogsmark, och framgår beträffande åkermark av ANDERSSON (1964 a, b).

Med den bara markens snabbare uppvärmning följer emellertid även en hastigare avkylning då mark är varmare än luft, jfr WOLLNY (1883), RAS-

MUSSEN (1958), KRISTENSEN (1959), DALBRO (1960), MATTSSON (1961). Vegetationen verkar tydligen utjämnande på temperaturamplituden, såväl den dygnsvisa som årsvisa, jfr ÅNGSTRÖM (1958), HELDAL—KVIFTE (1962). Att en fortlöpande uppvärmning av marken sker på våren, trots en vanlig förekomst av utstrålningsnätter, beror helt naturligt på att värmetillförseln under dagen överväger, jfr fig. 16.18.

Tjällossning försiggår såväl ovanifrån som underifrån, HOMÉN (1896), KERÄNEN (1929), BESKOW (1935), ÅNGSTRÖM (1958). Över förloppet av tjälens avsmältning har oklarhet varit rådande. Med ledning av temperaturmätningar i södra Finland, HOMÉN (1896), kommer HOMÉN 1917 till resultatet att avsmältning underifrån skulle spela stor, för att inte säga dominerande roll för tjälens försvinnande. KERÄNEN (1923) har riktat kritik mot HOMÉNS mätningar och teori och framhåller att den avsmältningshastighet som HOMÉN omnämner är teoretiskt otänkbar. Med ledning av temperaturmätningar i Ryssland och HOMÉNS egna mätningar beräknar KERÄNEN avsmältningen underifrån till 0,4—0,5 cm/dygn för HOMÉNS material. För det ryska materialet beräknas den undre avsmältningen till 0,2—0,5 cm/dygn. Dessa värden stämmer väl med BESKOWS (1935) kalkyler för norra Sverige: 0,25—1 cm/dygn.

På grund av avsmältning underifrån smälter därför tjälen i allmänhet sist på ett markdjup mindre än maximala tjälningdjupet, FEILITZEN (1913—15, 1917), FRANCK (1936), ÅNGSTRÖM (1958). Vanligen torde de översta marklagren bli tjälfria genom avsmältning ovanifrån. För åkermark har detta demonstrerats särskilt tydligt för svenska förhållanden av FEILITZEN (1913—15, 1917), AGERBERG (1948), ANDERSSON (1964 a, b). Tjäl djupsmätningar föreligger för åren 1912—16, 1928—33, 1935—47, 1958—63, för såväl plöjda som oplöjda vallar å både torv- och mineraljordar. Av undersökta 25 år har därvid avsmältningen ovanifrån kraftigt dominerat. Avsmältning underifrån var av ringa omfattning samtliga år. Endast under 1 år med ringa tjäle (1—2 dm) och långvarigt, betydande snötäcke (6—7 dm) synes avsmältning upp till markytan ha skett underifrån. Marken blev tjälfri innan snön bortsmält. Avsmältning av tjäle närmast markytan har under normala år bl. a. bestämts av snötäckets varaktighet och väderleken. Vanligen synes den övre avsmältningen börja då barmark inträder. Vissa år påbörjades emellertid avsmältningen ovanifrån redan innan snötäcket smält undan, medan åter under några år avsmältning skedde först sedan barmark varit rådande avsevärd tid.

De svenska undersökningarna bekräftas av resultat från finska mätningar, SIMOLA (1923, 1926), samt estniska mätningar, RINNE (1931), ref. av NYSTRÖM (1931).

Från skogsmark kan även vissa paralleller dragas angående tjälens avsmältning. Genom undersökningar av ÅNGSTRÖM (1936), PRIEHAUSSEK (1939), KIENHOLZ (1940), KREUTZ (1942) citerad av HESSE (1966), kan antagas att avsmältning ovanifrån i övre marklager är vanlig. Att detta avsmältningsförlopp i själva verket torde vara dominerande, åtminstone i vissa geografiska områden, framgår därav att skogsväxt är möjlig på evig tjäle i Sibirien och Alaska, jfr SCHOŠTAKOWITSCH (1927), TABER (1943), BENNINGHOFF (1952), VIERECK (1965), genom att övre marklager årligen

tinat upp. Förekomst av vissa typer av evig tjäle är svårförenlig med tanken att avsmältning normalt skulle dominera underifrån.

De undersökningar som hittills berörts beträffande åkermark har gällt odlade vallar där gräset till följd av höskörd varit kort och därmed inte utgjort samma hinder för markens uppvärmning på våren som det oslagna, nedvissnade gräset på försöksytorna. I princip torde detta inte förändra förloppet av avsmältningsprocesserna på annat sätt än att dessa förlöper långsammare och att avsmältning underifrån kan nå något högre nivåer än eljest, jfr YAKOULEV (1947), cit. av SHUL'GIN (1957).

Att vegetationsfri mark vanligen blir tjälfri tidigare än gräsbevuxen mark i övre marklager betyder dock ej att bar mark alltid blir helt tjälfri fortare på våren än gräsklädd mark. På grund av kraftigare avkylning tränger tjälen i allmänhet djupare ned, där vegetation saknas, jfr ANDERSSON (1964 a, b). Detta kan medföra att tjälen på djupare nivåer på bar mark smälter efter det gräsklädd mark är helt tjälfri, jfr ANDERSSON (1964 a, b).

Beträffande temperaturförhållandena i plöjda tältor kan en del slutsatser dragas från undersökningar av KURMANGALIN och TRANKEVICH (1936), cit. av SHUL'GIN (1957), samt WEGER (1949) och LESSMANN (1950).

De båda förstnämnda forskarna fann att jordtemperaturen under dagar med instrålning var varmare i upphöjningar än i plan mark, medan det omvända gällde under utstrålningsbetingelser. De båda tyska forskarna utförde detaljerade mätningar i upphöjningar med triangulär genomskärning. Båda fann att betydande skillnader förelåg mellan upphöjningar orienterade i nord-sydlig riktning och upphöjningar orienterade i ost-västlig riktning. I förhållande till plan mark erhöles en icke obetydlig uppvärmning under instrålningsdagar i upphöjningar förlöpande i norr-söder, medan temperaturförhållandena i de i öster-väster förlöpande upphöjningarna enligt LESSMANN skulle vara något sämre, och enligt WEGER något bättre, än i plan mark. Betydande dygnsvisa temperaturfluktuationer förekom i olika delar av upphöjningarna.

Torvjord uppvärms vanligen senare på våren än mineraljord, jfr HOMÉN (1893), FEILITZEN (1913—15, 1917), SIMOLA (1923), ÅNGSTRÖM (1924, 1958), KERÄNEN (1929), FRANCK (1936), MULTAMÄKI (1939) och fig. 16.18. Sandjord torde uppvärmas hastigare än leror, jfr SIMOLA (1923), KERÄNEN (1929).

Figurer 16.15.—17. visar resultat av mätningar under 1964—1966 i undersökningarna över den dygnsvisa temperaturvariationen i jord på våren.

Beträffande mätningarna å bar jord å yta S.1064 våren 1964 förtjänar nämnas att jorden blottlades på morgonen samma dag mätningarna började. Mätning av temperaturen under tilla med glastermometrar utfördes så att en ca 4 dm bred del av tiltan lossgjordes och avlägsnades, varefter termometrarna nedstacks i markytan. Efter 2—3 minuter, då kvicksilverpelaren intagit konstant läge, skedde avläsning. Den lossgjorda tildelen återfördes därefter i ursprungligt läge.

Figur 16.18. ger resultat av jordtemperaturmätningar mellan kl 08 och 08.30 under tiden 16 maj—12 juni 1964 å yta S.1064 på torvjord.

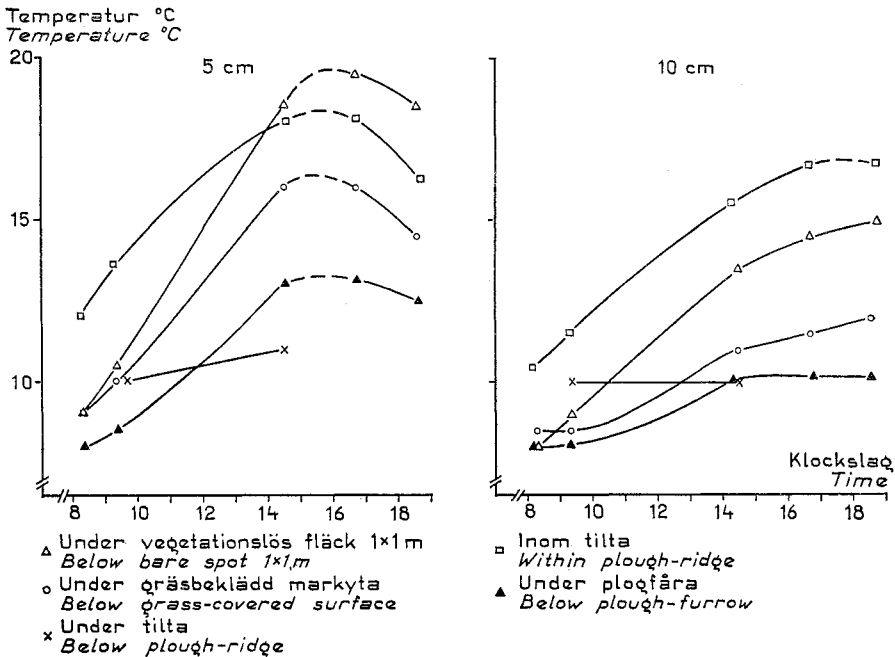


Fig. 16.15. Jordtemperatur, uppmätt med vinkelböjda glastermometrar, den 26 maj 1964 på 5 och 10 cm djup i olika mätpunkter. Försöksyta S. 1064, ej helplöjd del, jfr fig. 12.5.

Soil temp., measured with angled glass thermometers on 26 May 1964 at 5 and 10 cm depth at various points. Plot S. 1064, unploughed part, cf. Fig. 12.5.

Mätvärden från yta S.1024 på styv lera belägen 100 m från S.1064 i en svag sluttning ned mot torvmarken har även inlagts i figuren.

Figurer 16.19.—16.21. ger slutligen resultat från de meteorologiska stationerna å ytor S.1067 och S.1084, jämte tjäl- och snödjupsmätningar å ytor S.1024 och S.1064 under tiden december 1965—april 1966. I fig. 16.17. samt 16.19.—20. förekommer enstaka, sannolikt felaktiga värden på jordtemperaturen. Då vidare precisionen över jordtemperaturen i enskilda mätpunkter i dessa figurer högst torde vara $\pm 0,5^\circ$ kan alltför stor vikt ej läggas vid värden i enskilda sådana punkter. Mätningarna torde främst medge en utläsning av tendenser. På yta S.1084 på torvjord, fig. 16.20., upphörde ett antal termistorer att fungera under vintern. Då barmark inträtt visade undersökningar att sorkar gnagt av såväl inplastade ledningar som termistorer. Värden medtogs därför endast från oskadade termistorer.

De slutsatser som kan dragas av fig. 16.15.—18. överensstämmer med tidigare berörda forskningsresultat. Vegetationsfri mark uppvärms

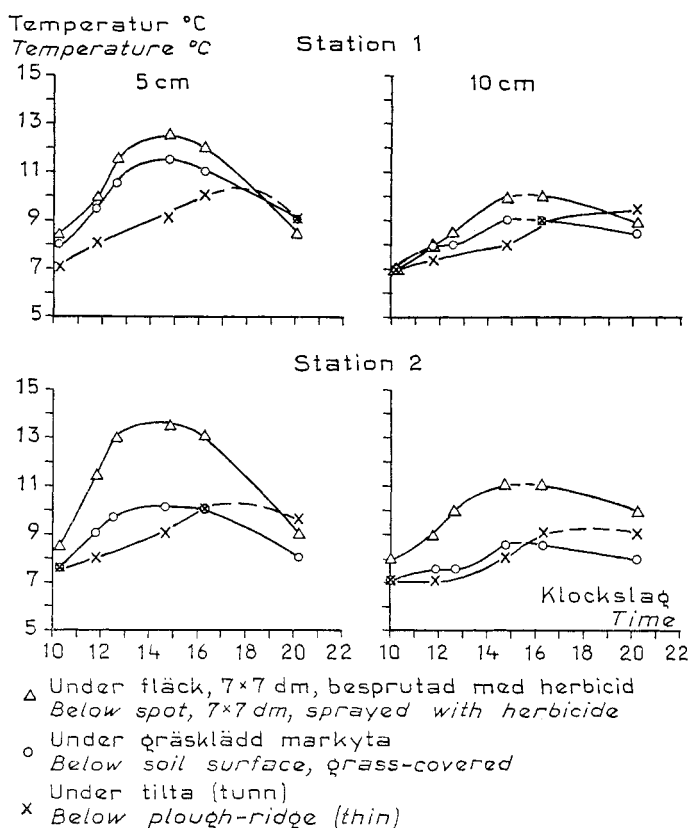


Fig. 16.16. Jordtemperatur, uppmätt med vinkelböjda glastermometrar, den 11 maj 1965 på 5 och 10 cm djup i olika mätpunkter. Försöksyta S. 1067.

Soil temp., measured with angled glass thermometers on 11 May 1965 at 5 and 10 cm depth at various points. Plot S. 1067.

mera under dagen än gräsbevuxen mark, men avkyles i gengäld relativt mera under natten, särskilt gäller detta de ytnära marklagren. På större djup minskar skillnaderna. Redan på 20 cm markdjup var skillnaderna sålunda kraftigt reducerade på yta S.1067, fig. 16.17. Beträffande temperaturmätningarna i fig. 16.19.—20. bör den dygnsvisa temperaturamplituden beaktas efter snöns avsmältning.

Genom snöns tidiga ankomst redan i november, SMHI (1965), på praktiskt taget otjälad mark blev tjäldjupet ringa under vintern. I förning med det mäktiga och länge kvarliggande snötäcket skedde tjälavsmältning underifrån, jfr 16.9.2.2. Av denna anledning kan tjälmätningarna ej verifiera den slutsats som tidigare dragits, och som tidigare nämnda forskare funnit, att vegetationsfri mark normalt bör bli

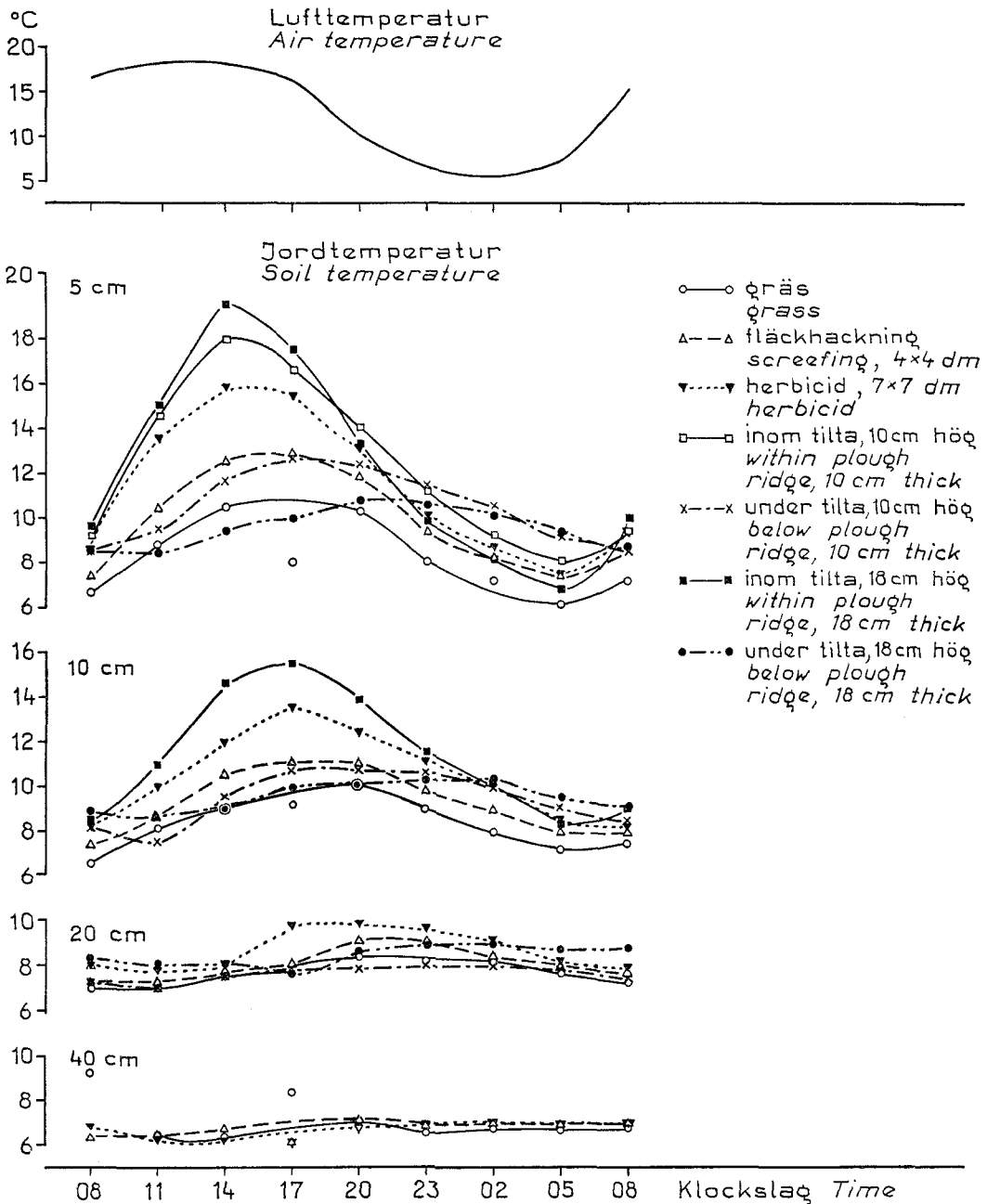


Fig. 16.17. Jordtemperatur, uppmätt med kalibrerade termistorer, den 17—18 maj 1966 på 5, 10, 20 och 40 cm djup i olika mätpunkter. Försöksyta S. 1067. Lufttemperatur avläst på strålningsskyddad stationstermometer på standardnivå. Soil temp., measured with calibrated thermistors on 17—18 May 1966 at 5, 10, 20 and 40 cm depth at various points. Plot S. 1067. Air temp. read off at standard height from a station thermometer protected from radiation.

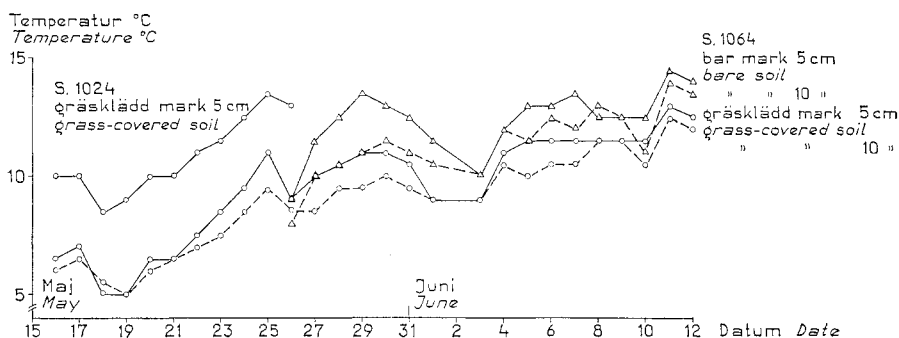


Fig. 16.18. Jordtemperatur, uppmätt kl 08.00—08.30 med vinkelböjda glastermometrar, på gräsklädd och bar mark (1 × 1 m) under tiden 16 maj—12 juni 1964 på yta S. 1064 (torv), belägen intill yta S. 1024 (styv lera).

Soil temp., measured with angled glass thermometers between 0800—0830 hours in grass-covered and bare ground (1 m × 1 m) during period 16 May—12 June 1964 on plot S. 1064 (peat), adjacent to S. 1024 (heavy clay).

tjälfri i ytan tidigare än vegetationsbunden mark på grund av den kraftigare uppvärmningen under dagen då snön bortsmält. Såväl fläckhackningsrutan som herbicidrutan blev dock tjälfri tidigare på båda ytorna även denna vinter än gräsklädd mark. På såväl yta S.1067 som S.1084 blev fläckhackningsrutan tjälfri tidigare än herbicidrutan, fig. 16.19.—20.

Figurer 16.15. och 16.17. visar att tiltorna uppvärmts mycket kraftigt under dagen, men starkt avkylts under natten. Uppvärmningen av marken under tiltorna synes emellertid ej motsvara tiltornas kraftiga uppvärmning, fig. 16.15. och 16.17. Såväl herbicid- som fläckhackningsruta uppvärmdes avsevärt mera än jorden under tiltor. Särskilt betydande blev skillnaden vid ökad tiltjocklek, fig. 16.17. Figurer 16.15.—16.17. visar att den dygnsvisa temperaturamplituden i jorden nära markytan torde ha varit minst för gräsklädd mark och jorden under tiltor, särskilt den tjocka tiltan. Detta bör rimligtvis leda till att tjälavsmältning genom uppvärmning ovanifrån blir senare här än å vegetationsfri mark. Hur jämförelsen i uppvärmningsförloppet mellan gräsklädd mark och jorden under tiltor gestaltar sig synes vara beroende bl. a. av tiltjocklek. Å yta S.1067 var den dygnsvisa temperaturamplituden likartad för gräsklädd mark och mark under tunn tilt, medan mark under tjock tilt nära markytan uppvisade avsevärt mindre temperaturamplitud än gräsklädd mark, fig. 16.16.—17.

Resultat av tjälmätningar på tiltor överensstämmer i stort med slutsatser rörande tjälens avsmältning som kan dragas från temperaturmätningarna över dygnsamplituden. I alla jämförelser på samtliga ytor, utom på yta S.1067, jämförelsen tunn tilt—gräsklädd mark,

S.1067

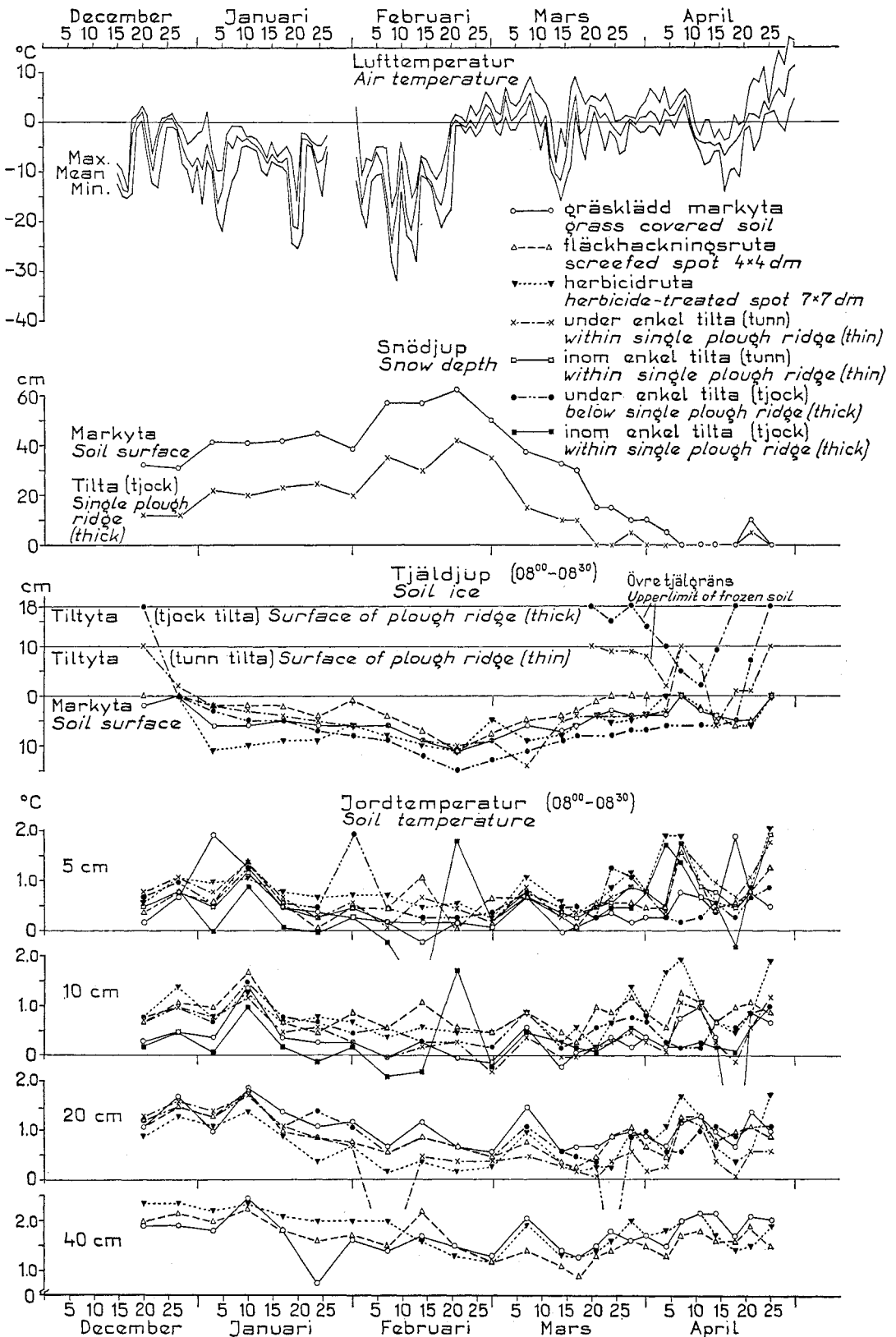


Fig. 16.19. Resultat från mätningar vintern 1965/66 på meteorologiska stationen å yta S. 1067.

Results from measurements in winter 1965/66 at the met. station on plot S. 1067.

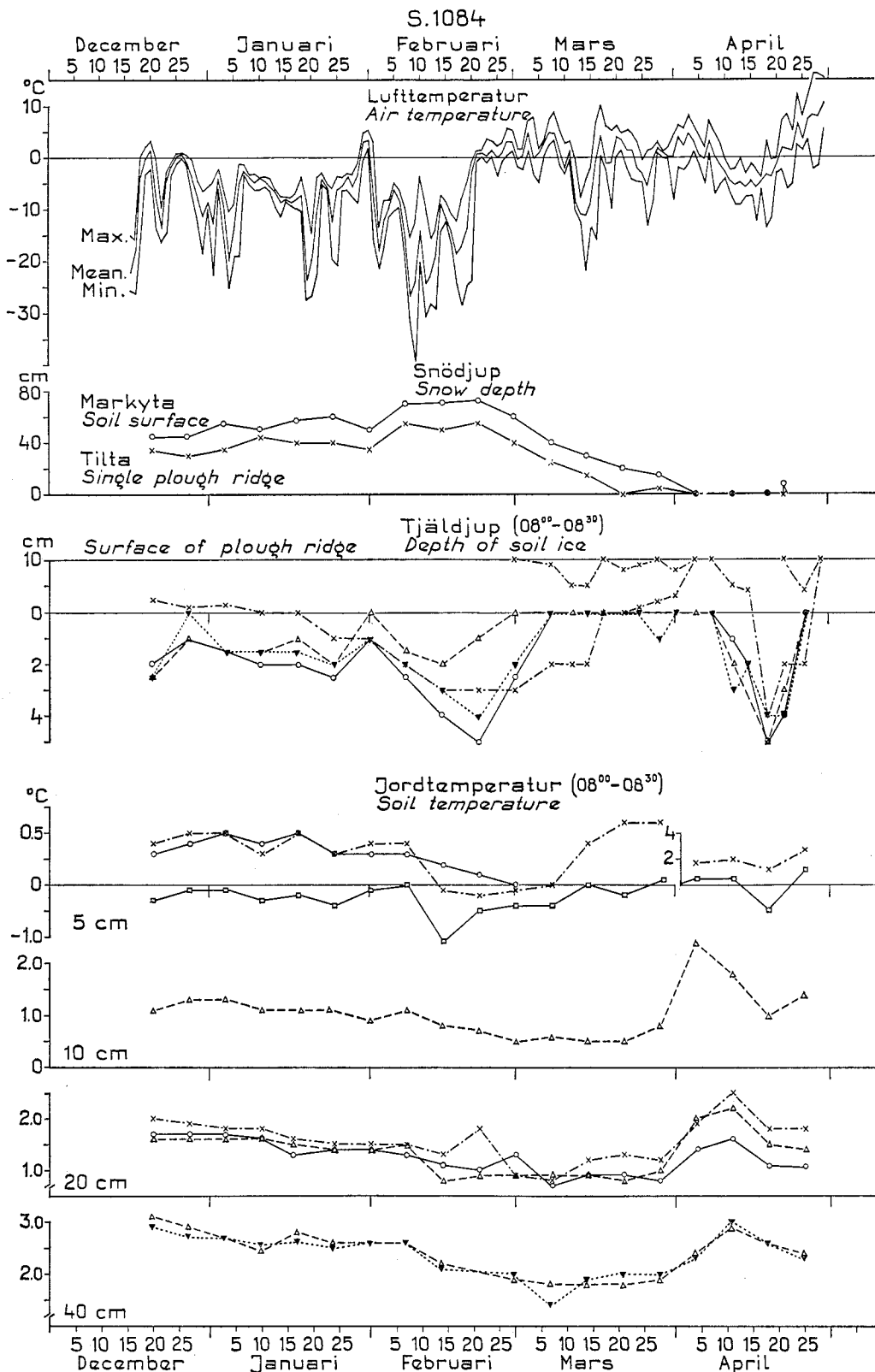
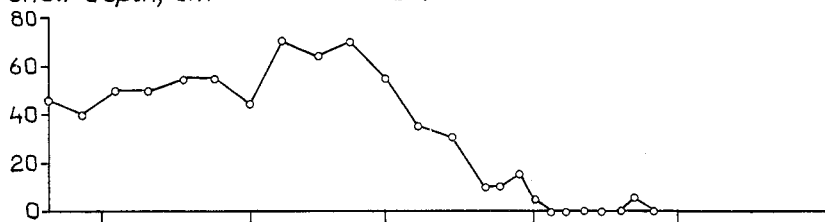


Fig. 16.20. Resultat från mätningar vintern 1965/66 på meteorologiska stationen å yta S. 1084. Endast värden från av sork oskadade termistorer medtagna. Beteckningar enligt fig. 16.19.

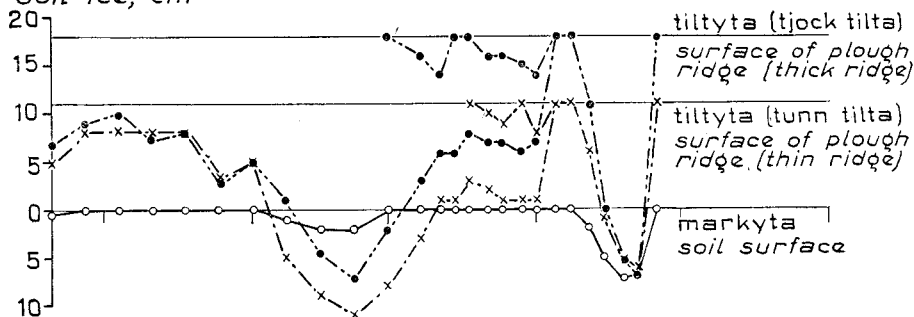
Results from measurements in winter 1965/66 at the met. station on plot S. 1084. Only values from thermistors undamaged by voles included. Notation as in Fig. 16.19.

Snödjup, cm
Snow depth, cm

S.1024



Tjäldjup, cm
Soil ice, cm



Snödjup, cm
Snow depth, cm

S.1064



Tjäldjup, cm
Soil ice, cm

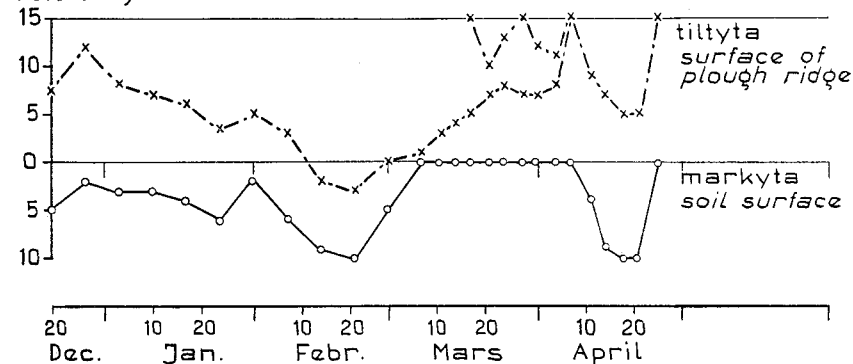


Fig. 16.21. Resultat av snö- och tjäldjupsmätning vintern 1965/66 å ytor S. 1024 och S. 1064, belägna 500 m från ytan S. 1084. Beteckningar enligt fig. 16.19.

Results from measurement of depth of snow and soil frost in winter 1965/66 on plots S. 1024 and S. 1064, situated 500 m from S. 1084. Notation as in Fig. 16.19.

uppvisar tiltor, inklusive marken under tiltor, den senaste tjälavsmältningen. På yta S.1067 blev tunna tiltor och gräsklädd mark tjälfria samtidigt. Genom att tiltor blev snöfria tidigare än plan mark avsmälte tjälen i tiltor även ovanifrån under varma dagar i mitten av mars, då marken för övrigt var snötäckt, fig. 16.19.—21.

Överensstämmelsen mellan tjäldjups- och termistormätning får anses vara tämligen god å yta S.1084. Jordtemperaturen under markyta från 5 cm-nivån och nedåt uppvisar praktiskt taget hela vintern plus-temperatur. Tjäldjupet uppnår ej heller 5 cm djup annat än kort tid i en mätpunkt. På yta S.1067 är däremot nämnda överensstämmelse ej lika god. Termistorerna har på 5 och 10 cm markdjup i allmänhet givit något för höga temperaturer i förhållande till tjäldjupet eller omvänt tjälmätningarna angivit för stora tjäldjup. Det förefaller som om systematisk avvikelse skulle föreligga i någon eller eventuellt båda mätningarna. Ett närmare ingående på frågan kan ej göras. Det må blott hänvisas till GANDAHN (1957), som undersökt tjälmätarnas noggrannhet, och, som nämnts, funnit en god överensstämmelse med tjäldjupsvärden erhållna vid grävning och borrhning. På styva leror konstaterades emellertid en ringa överskattning av tjäldjupet med mätarna.

Sammanfattningsvis torde emellertid kunna konstateras att mätningarna över tjälavsmältning vid olika markbearbetningsmetoder givit resultat som är i samklang med såväl egna som andra mätningar över markens temperaturförhållanden vid olika vegetationsförekomst. Mätningarnas huvudtendenser torde därför kunna godtagas även om systematiska avvikelser kan föreligga i enskilda mätningar.

Som i 16.10. kommer att göras troligt torde tjälförhållandena ha stor betydelse för förklaring av vårvinterskadors uppkomst. Redovisade resultat och frågor som berörts i samband därmed och vid litteraturnomgång framhäver det önskvärda i fortsatta undersökningar över tjälbildning och tjälavsmältning vid olika markbearbetningsåtgärder vid skogsföryngring.

16.10. Diskussion

I 16.8.1. visades att svampangrepp på starka grunder kunde uteslutas som orsak till vårvinterskadorna. Dessas uppkomst genom väderlekspåverkan granskas här.

Av 16.9.1. och skadornas uppträdande framgår att dessa ej gärna kan ha uppkommit enbart genom frostinverkan. Härför talar det förhållandet att försöksyta, ur frostsynpunkt topografiskt gynnsamt belägen, skadats svårare än närliggande, mera ogynnsamt belägen yta,

fig. 16.6. Mot enbart frostinverkan talar vidare den omständigheten att plantor upphöjt placerade, på tilta, i allmänhet ej klarat sig bättre från skador än plantor planterade i markytans nivå, utan i stället i flera fall sämre, 16.5.2. Genom inversionsinverkan, jfr GEIGER (1961), § 13, blir minimitemperaturen i allmänhet högre ovan tilta än över vegetationsklädd markyta, jfr tab. 16.15. Som visas i 16.9.2.1. utsattes plantor på tilta på ett par ytor betydligt mindre av frostskaador efter skottskjutning än plantor i markytans nivå till följd av vårfröst 1964. Vore vårvinterskador orsakade enbart av frostverkan borde således plantor på tilta undgått dessa skador i större utsträckning än direkt i markyta satta plantor. Då så i allmänhet ej är fallet måste även andra faktorer än frost ha medverkat till skadornas uppkomst.

Dessa faktorer kan vara vissa fysiologiska processer, nämligen förhållandet mellan assimilation och respiration samt plantors vattenavgivning och vattenupptagning. De nämnda processerna torde, som skall utvecklas, vara av betydelse för växters vinterhärdighet.

Som regulator av vattenupptagning och kolsyreassimilation synes tjäle vara av betydelse genom att klyvöppningarna torde stängas vid tjälens inträngande i marken, jfr STÅLFELT (1929, 1932), MICHAELIS (1934), PISEK—CARTELLIERI (1939), PISEK—WINKLER (1953), PISEK (1960). Kolsyreassimilationen synes därigenom hämmas eller omöjliggöras, JOHANSSON—STÅLFELT (1928), STÅLFELT (1935). Då marken är frusen förefaller vidare växters vattenupptagning härifrån vara förhindrad eller starkt nedsatt, jfr HANDLEY (1939), JOHNSTON (1959), GEIGER (1964). HYGEN (1965) ifrågasätter visserligen huruvida vatten-transport är omöjliggjord i frusna granstammar. Han erkänner dock att frågan är hypotetiskt ställd och att den väntar på experimentell uppföljning. Till dess detta skett torde emellertid experimentellt grundade bevis som framlagts av de tre nämnda forskarna, och som närmast pekar på motsatsen, få accepteras.

Trots klyvöppningarnas stängning kan emellertid vattenförluster uppkomma under vintern genom kutikulär transpiration, jfr bl. a. STÅLFELT (1956), PISEK (1960).

Somliga forskare har funnit att kolsyreassimilation försiggått på vintern hos tall och gran, ZACHAROWA (1929), ÄLVIK (1939), HAGEM (1947, 1962), PARKER (1953). Upplysningar av vilka framgår huruvida växtsubstratet varit fruset saknas emellertid i dessa undersökningar.

Att denna fråga synes ha betydelse för uppkomst av skadeverkningar under väderlekssituationer liknande dem vårvintern 1964 har visats av KONDA—MUTO (1959), WEISE (1961) samt WEISE—POLSTER (1962). KONDA—MUTO fann sålunda i Japan att tvååriga plantor av *Abies*

Mayriana under frostinverkan med omväxlande plus- och minustemperaturer skadades i avsevärd grad om växtsubstratet var fruset, men undgick skador om underlaget var ofruset. Skadorna förvärrades om plantor på fruset underlag utsattes för solljus. Plantor i fruset substrat utsattes för en kraftig uttorkning, medan plantor i ofruset underlag endast obetydligt torkade ut. WEISE ensam och tillsammans med POLSTER gör troligt att 3—4-åriga granplantors återgång till normal nettoassimilering efter frostinverkan synes fördröjas om underlaget är fruset. Deras undersökningar visar också att efter frostverkan reagerar plantor till en början med stegrad andning innan normal nettoassimilering inträder. Samtidigt framgår det att olika granprovenienser förhåller sig olika i nämnda avseenden. Efter en skadlig frost, då assimilationsapparaten satts ur spel, försiggår enligt WEISE—POLSTER transpirationen helt som en passiv avdunstning beroende av yttre betingelser. Resultaten beträffande andningens påverkan av frost går i samma riktning som undersökningar av TRANQUILLINI (1957, 1963 b), PISEK—WINKLER (1958) och POLSTER—FUCHS (1963) på tall, cembratall och gran. Sistnämnda forskare framhåller att den dygnsvisa tillfrysningen och upptiningen av markens översta lager under vårvintern torde vara av betydelse för assimilationens förlopp. Även ULLRICHS resultat, berörda i 16.8.2.2., stödes av nämnda undersökningar. Enligt ULLRICH skadas assimilationsenzymerna mera än andningsenzymerna av frost. Att vårvinterskador av den typ som behandlas i detta kapitel sannolikt har samband med nämnda fysiologiska processer framgår även av MEYER (1965). Han undersökte träd vilka vårvintern 1963 i Tyskland drabbades av en liknande skadegörelse som granplantor utsattes för här i landet 1964. De träd skadades svårast 1963 som besatt den största transpirerande förmågan. MEYER är närmast av åsikten att skadorna är indirekta uttorkningsskador, antingen till följd av avdunstning utan att träden haft möjlighet till vattenupptagning från den frusna jorden (frostittorka), eller genom vattenförluster till följd av frostdehydrering av celler (frostskaador), jfr 16.8.2.2. Ytterligare en möjlighet synes kunna tilläggas, nämligen frostdehydrering som nödvändig förutsättning för uppkomst av symptom som påminner om frostittorka. Den av MEYER aktualiserade frågan är en gammal stridsfråga och har sedan EBERMAYER (1873) sysselsatt ett flertal forskare, jfr NEGER (1915), MÜNCH (1928), DAY—PEACE (1937 b), JUNGHANS (1959), ZEIDLER (1964). Genom experimentella anordningar, som befordrar uttorkning, lyckades några forskare framkalla skador, MICHAEL (1963), WHITE—WEISER (1964). Dessa undersökningar medger emellertid ej en entydig tolkning av resultaten.

I en doktorsavhandling 1964 framlägger emellertid MICHAEL resultat från laboratorieförsök, i vilka hon hos bl. a. gran som växte på fruset underlag experimentellt framkallat uttorkningsskador. Försöksbetingelserna var emellertid rätt extrema och skiljer sig från förhållandena i naturen därigenom att lufttemperaturen ej tilläts växla mellan plus- och minusgrader. Hon följer även uttorkningen hos små kvistar av 25-åriga granar i en plantskola under ett par vintrar och kommer till slutsatsen att gran är relativt känslig för uttorkning, men att det dock på vintern fordras en avsevärd tidrymd, utan möjligheter till vattenupptagning, innan en kritisk uttorkningsgräns har uppnåtts. Riskerna bedömes vara störst för plantor, som har begränsade möjligheter att utnyttja vattenreserver i ovanjordsorgan. Hon framhåller emellertid, såväl 1964, som i ett sammandrag av avhandlingen 1966, att det är svårt att avgöra om skador som uppträder under övergången mellan vinter och vår är frostskaador eller uttorkningsskador, på grund av att skadlig frostinverkan åtföljes av uttorkning. Även TRANQUILLINI (1964) framhåller svårigheterna att särskilja dessa skadeanledningar.

I 16.8.2.2. framhölls att kolhydrater sannolikt medverkar i växters frotskydd. Som konsekvens härav kan den för frostinverkan relativa okänsligheten i växters andning även ha betydelse för skadors utbildning genom att andningsförluster dels försvagar växters skydd mot förnyade froster, särskilt om dessa inträffar med korta mellanrum, dels innebär en allmän försvagning, som nedsätter växters kondition.

Flera tänkbara möjligheter för att fysiologiskt förklara vårvinterskadors uppkomst har antytts. De gör ej anspråk på att vara uttömmande. Det har emellertid framgått att ekologiska förutsättningar för skadors uppkomst: frusen mark, omväxlande plus- och minustemperaturer, frånvaro av skyddande snötäcke förelegat vårvintern 1964 och i viss utsträckning även 1962. Med hänsyn till väderleksläget under mars—april 1964, jfr 16.9.1., kan antagas att även goda avdunstningsbetingelser varit rådande. Enligt ÅNGSTRÖM (1958) uppvisar relativa luftfuktigheten minimum under vår och försommar.

Av anförda skäl erhålles otvivelaktigt ett starkt stöd för att skadorna våren 1964 och även 1962 — i framställningen kallade vårvinterskador — orsakats av den kombinerade inverkan av nämnda väderleksförhållanden. Inte minst skadornas uppträdande efter olika markbehandlingsåtgärder stöder denna tolkning.

Genom att tjälen i markens övre lager kan antagas fortare ha försvunnit i fläckhacknings- och herbicidrutor i förhållande till vegetationsklädd mark, jfr 16.9.2.2., skulle således plantor i de nämnda rutorerna haft möjlighet dels till vattenupptagning, dels till nettoassimila-

tion under längre tid än plantor planterade i gräsvegetationen. Dessutom tillkommer effekt av högre minimitemperatur över rutorna, jfr 11.1. Plantor i fläckhacknings- och herbicidruta har genom de positiva effekterna bättre uthärdat påfrestningarna och skadats mindre än plantor i vegetationen.

Att plantor i fläckhackningsruta i allmänhet undgått skador i större utsträckning än i herbicidruta kan antagas sammanhånga med att fläckhackningsrutan blir något gropartad genom att grässvålen avlägsnas. ODIN (1964) har visat att temperaturen i sådana mindre gropar blir högre än å plan, bar mark. Tjälavsmältningen kan även bli tidigare i fläckhackningsrutan, jfr 16.9.2.2.

Av vikt för plantor då förluster i reservnäringsförråd och vattenhalt skall ersättas på våren är vidare att plantors förmåga till vattenupptagning är god. Låg markfuktighet sänker assimilationen. I princip samma verkan bör erhållas om plantor ej kan taga upp tillräckliga vattenkvantiteter på grund av otillräckligt rotsystem. Det förefaller möjligt att sistnämnda förhållande förklarar varför äldre plantering klarat sig bättre från skador än ung plantering, 16.5.9., samt att plantor med i förhållande till ovanjordsdelen större rotsystem även undgått skador något lättare än plantor med mindre rotsystem, 16.5.4. Större plantor skyddas dessutom av snö kortare tid än mindre plantor.

Plantor å tilta uppvisar en oenhetlig bild beträffande vårvinterskadors utbildning. Som framgår av 16.9.2.2. kompliceras de mikrometeorologiska förhållandena och jordtemperaturen av att tiltor synes vara snötäckta kortare tid än plan mark, vidare förefaller det väderstreck i vilket tiltor löper samt tilttjockleken vara av betydelse för temperaturförhållandena i och under tiltor. Härtill kan läggas den positiva effekten på plantor, med hänsyn till undgående av frostskaador som den upphöjda placeringen innebär, 16.9.2.1. Betydelsen av dessa faktorer kan därjämte ha påverkats av lokala förhållanden med hänsyn till snöförekomst och topografi. Hur dessa faktorer adderar sig till varandra och påverkar uppkomst av vårvinterskador kan endast klarläggas genom ytterligare fysiologiska och mikrometeorologiska undersökningar. Sådana undersökningar kan kanske lämna en förklaring till resultatet på ytan S.1072, där, till skillnad från alla andra ytor, plantor på tilta skadades mycket litet i jämförelse med plantor satta i vegetationen på plan mark. Temperatur- och tjälmätningarna i och under tiltor, 16.9.2.2., i förening med vårvinterskadors förekomst på tiltplanterade plantor i övrigt motsäger emellertid inte den roll tjälen antagits spela för skadornas uppkomst.

Tall undgick vårvinterskador på ytor där gran svårt skadades. Ge-

nom undersökningar av JARVIS—JARVIS (1963 a—d) kan detta erhålla en förklaring. Dessa forskare fann nämligen att granens förmåga till nettoassimilering i högre grad än tallens påverkades av underlagets vattenhalt. Granens transpirationsförmåga var dessutom betydligt okänsligare än tallens för vattentillgången i underlaget, vilket betyder att granens uttorkningsskydd är sämre än tallens.

Mot resultaten angående vårvinterskadors utbildning på granplanter står till synes erfarenheter från hortikulturen. Frukträd synes i flera fall ha utsatts för svårare vinterskador i öppen jord än i gräsvall, OSKAMP (1918), JOHANSSON (1941), ÖSTLIND (1949). Förklaringen som anges är att tillväxten upphör tidigare på hösten, och att invintringen som en följd härav blir fördröjd för träden i öppen jord, vilket skulle leda till nedsatt vinterhärdighet. JOHANSSON redovisar vinterskador efter den stränga vintern 1939/40 och framhåller att skadegörelse sannolikt till en del uppkommit under senvintern och förvåren. Frukträdets rötter torde på de goda jordar där dessa träd odlas genomsätta marken till betydande djup, WEAVER—CLEMENTS (1938), ROGERS (1935, 1939 a, b, 1953). Då tjäle på större djup kan avsmälta senare på öppen jord än på vegetationsbevuxen jord, jfr 16.9.2.2., torde således förklaringen till de större skadorna på öppen jord även kunna vara att frukträdets rötter här befunnit sig i tjälad jord längre tid än rötter hos frukträd som vuxit i gräsvall. Detta antydes även av ÖSTLIND (1949). I själva verket kan således de till synes motsägande resultaten från hortikulturen vara väl förenliga med resultat som redovisats rörande vårvinterskador på granplanter. Detta understrykes även av det förhållandet att huvuddelen av skogsträds rötter har en ytlig belägenhet i marken, KALELA (1949), SIRÉN (1955), jfr även ARNBORG (1956).

Hittills har som sannolik förklaring till att planter utsatts för mindre skador efter fläckhackning och herbicidbehandling än planter planterade i markvegetationen antagits att tjälen smält undan tidigare än under gräsklädd markyta. I allmänhet medför de båda markbehandlingsarna en konditionsförbättring av planter, vilket avspeglar sig i ökad höjdtillväxt i förhållande till »obehandlade» planter, 11.4., och 13.9. Som har framgått av 16.8.2.2. är växters vinterhärdighet även beroende av att de har möjlighet till en god och allsidig näringsupptagning, varvid särskilt kalium, men även bl. a. fosfor skulle vara av speciell betydelse. INGESTAD (1962) visar i laboratorieförsök att inom vissa gränser ökad tillgång på näringsämnen avspeglar sig i såväl ökad tillväxt hos tall-, gran- och björkplanter som i dessa plantors innehåll av näringsämnena i barr och blad. Det förefaller nu möjligt att den betydelse fläckhackning och herbicidbehandling visat sig ha för und-

gående av vårvinterskador även skulle bero på en förbättring av plantkonditionen. Att plantkonditionen sannolikt haft betydelse i föreliggande material framgår av 16.5.5.—6. Utslag för dess eventuella betydelse erhöles dock först då höjdtillväxten år 1963 i någon behandling var mindre än 50 procent av höjdtillväxt i jämförelsebehandling. Av 13.8. framgår vidare att granplantors barrinnehåll av särskilt kväve, synes öka efter herbicidbehandling, medan däremot kaliumhalten i allmänhet skulle vara tämligen opåverkad.

Vilken roll konditionsförbättringen spelat är dock svårt att avgöra. Att vårvinterskador minskat av såväl herbicidbehandling som fläckhackning, trots att konditionsförbättring ej alltid uppnåtts, tab. 16.8., yta S.1076 samt tab. 16.2., yta S.1026, tyder emellertid på att konditionsförbättringen i detta fall ej haft primär betydelse. Härför talar även det förhållandet att näringshalten hos barr till granplantor i fläckhackningsruta i förhållande till motsvarande näringshalt hos plantor satta i vegetationen ej uppvisat stor ökning, utan ibland minskning, 11.6. Trots detta är emellertid fläckhackning den metod, som haft det gynnsammaste inflytandet på granplantors resistens gentemot vårvinterskador.

Genom den högre jordtemperaturen i fläckhacknings- och herbicidrutor torde rotutvecklingen i allmänhet ha gynnats för plantor i dessa rutur, jfr LADEFOGED (1939), SÖDERSTRÖM (1959 a). Ytterligare en anledning till de minskade skadorna genom fläckhackning och herbicidbesprutning erhålles genom att plantorna i rutorna lättare kunnat ersätta vattenförluster än plantor i vegetationen. Att denna anledning rent av skulle vara av större betydelse än en tidigare tjällossning för undgående av skadeverkan förefaller emellertid föga sannolikt, om förhållandena på ytan S.1026 betraktas. Jordarten är där styv lera, bil. 5.1. Ytan anlades 1962, vilket år liksom 1963 var nederbördsrikare än normalt under vegetationsperioden, fig. 8.1. (station Linköping). Vid fläckhackning uppkom markerade gropar genom förekomst av en kraftig grässvål, jfr bil. 5.2. Plantornas tillväxt 1962 och 1963, särskilt sistnämnda år, var avsevärt sämre i fläckhackningsruta än i orörd markyta, tab. 11.1. och tab. 16.2. Detta antyder att syrebrist kan ha uppkommit i marken under rutorna, jfr ROMELL (1922). Under liknande förhållanden har SÖDERSTRÖM (1959 a), sid. 186—7, visat att rottillväxt hos såväl gran- som tallplantor varit avsevärt sämre i fläckhackningsruta än i orörd markyta. På yta S.1026 skadades emellertid plantor i fläckhackningsruta betydligt mindre än plantor i orörd markyta, tab. 16.2.

Av diskussionen står det klart att de fysiologiska förhållandena bak-

om vårvinterskadorna är komplicerade. Givna förklaringar antyder några möjligheter i det invecklade orsakssammanhanget. Det har emellertid kunnat visas att skadorna ej är slumpmässigt fördelade i olika försöksled. Vidare har framgått att tjäle sannolikt är en viktig regulator av vid skadeutbildning medverkande fysiologiska processer. Då antagandet om tjälets roll väl förklarar skadornas uppträdande erhålles fastare underlag för praktisk tillämpning av resultaten än vad enbart statistiskt säkerställda skillnader medger. Utgångspunkt erhålles även för fysiologiska och mikrometeorologiska undersökningar, vilka få anses angelägna inte endast för att utreda här aktualiserade frågeställningar, utan även av den anledningen att ökade kunskaper inom dessa områden kan komma att få en vidare betydelse vid skogsföryngring.

16.11. Övriga faktorer av betydelse för vårvinterskadors utbildning

Med hänsyn till den sannolika fysiologiska bakgrunden till skildrade vårvinterskadors uppkomst får vissa faktorer, andra än dem undersökningen kunnat belysa, betydelse för utbildning av dylika skador.

I 16.9.2.2. framhölls att torvjordar vanligen uppvärms senare på våren än mineraljordar. Våta torvjordar hänföres till så kallade kalla jordar. Även styva jordar räknas hit, särskilt om de är fuktiga. Lättare jordar uppvärms hastigare på våren, de är så kallade varma jordar, jfr FRANCK (1936), TAMM (1940), STÅLFELT (1960). Kalla jordar bör genom sin långsamma uppvärmning i allmänhet vara mer utsatta för vårvinterskador än varma jordar. Detsamma kan antagas gälla svackor dels genom frostinverkan på grund av ansamling av kall luft och dels genom längre kvarliggande tjäle. Vindexponerade lägen torde vidare vara mera kritiska än skyddade lägen, jfr DAY—PEACE (1937 b). Det är väl känt att torrsubstansproduktionen sänkes vid höga vindstyrkor, SVENSSON (1960), SATOO (1962), liksom att såväl den stomatära som kutikulära transpirationen ökar vid ökade avdunstningsbetingelser, jfr STÅLFELT (1956).

Vid uppkomst av vårvinterskador i Tyskland 1963, WENTZEL (1965), visade det sig att skärmar av barrträd dämpade skadornas utbildning, medan lövträdsskärmar hade ringa effekt. Verkan av barrträdsskärmar kan bl. a. sammanhånga med att den dygnsvisa temperaturamplituden blir avsevärt mindre än på fria ytor, GEIGER (1926), AMANN (1930), GÖHRE (1954), GÖHRE—LÜTZKE (1956), genom att minimitemperaturen på natten blir högre och maximitemperaturen på dagen lägre. Det är naturligt att lövträd har ringa skärmverkan i avlövad tillstånd.

I utslaget stadium har de emellertid god sådan effekt, AMANN (1930), ODIN (1964).

I Tyskland visade det sig även under den nämnda vårvintern 1963 att olika provenienser av korsikansk tall (*Pinus laricio* var. *corsicana* LOUD.) skadades olika svårt, WENTZEL (1965). LANGLET har givit bevis på, 16.8.3., att olika härstamningar av tall uppvisat olika grad av frosthärdighet. Genom berörda undersökningar av WEISE—POLSTER (1962) kan antagas att även för granens vidkommande proveniensskillnader föreligger med hänsyn till resistens mot vårvinterskador.

Genom reglering av näringstillstånd hos plantor, bl. a. med avseende på kalium, jfr 16.8.2.2., i plantskolor eller i fält torde vidare möjligheter finnas att inom vissa gränser påverka skadeutbildning.

Höstplantering torde ge ökade risker för skador, särskilt vårvintern närmast efter plantering, genom mindre rotbildning än efter vårplantering. Härigenom försvåras ersättningen av vattenförluster. Riskerna kan antagas vara störst på kalla jordar och vid så sena höstplanteringar att nybildning av rötter ej hinner ske före vinterns ankomst.

16.12. Praktiska tillämpningar av undersökningsresultaten

I avsnittet sker avgränsning till delar av landet som omfattas av undersökningen.

Huruvida särskilda åtgärder i samband med plantering på åkerjord skall vidtagas för att minska riskerna för vårvinterskador av här behandlat slag är en avvägningsfråga mellan kostnaden för åtgärderna och riskerna för att liknande skador skall uppkomma i framtiden. Någon hållpunkt att bedöma dessa risker kan erhållas av i vilken utsträckning förutsättningar för skador tidigare förelegat. Sedan mitten på 1940-talet finns 2 rapporter om skador i plantskolor i södra och mellersta Sverige, 16.8.2.1., nämligen för åren 1947 och 1954. Härtill kommer så åren 1962, 1964 och 1965, 16.1. Inom en 20-årsperiod har således åtminstone 5 år medfört skadegörelse i plantskolor och på åkermark. Beträffande anhopningen av skador under 1960-talet i åkerplanteringar kan den omständigheten medverka att plantering av åkerjord i större omfattning kom igång först under senare hälften av 1950-talet, varför skador först på senare år börjat observeras. JOHNSON (1956) undersökte vinterklimatet i södra Sverige under perioden 1930/31—1949/50. Av med hänsyn till tjälförhållandena undersökta 18 vintar för ett antal orter fann han att på fastlandet 2—8 vintrar hade barmark under längre tid, samtidigt med förekomst av tjäle.

Sannolikt får vi även i framtiden räkna med förekomst av skador av skildrat slag. Bortsett ifrån hur stora riskerna härför är medför

emellertid vissa av föreslagna åtgärder för att undvika eller mildra skadorna andra nyttoverkningar, som i många fall utgör tillräckligt motiv för åtgärderna ifråga. Den positiva effekten med hänsyn till förhindrande av vårvinterskador endast förstärker dessa motiv.

Alla åtgärder som vidtages i samband med plantering och som påskyndar upptining av markens översta lager på våren, utan att försvaga granplanter, kan beräknas ha stor betydelse för undvikande av vårvinterskador. Sådana åtgärder är fläckupptagning, lämplig herbicidbehandling, trädning. Genom åtgärderna torde emellertid tjälens inträngande i marken samtidigt underlättas. Frågan uppstår om även risker för uppkomst av skador därigenom skapas. Dessa torde få bedömas som relativt små genom att skador, enligt vad som är känt, uppkommer under snöfattiga vintrar eller vintrar med djup tjäle och sen tjällossning. Tillgängligt material, AGERBERG (1948), ANDERSSON (1964 a, b), visar att naturligt växttäckte på åkerjord ej förmår hindra tjälens inträngande i marken under dylika omständigheter. Av denna anledning torde den tidigare tjällossningen i övre marklager genom åtgärderna normalt ha större betydelse än uppkomst av ett ökat tjäldjup i förhållande till vegetationsklädd mark.

Plantering på tilta, ur vissa andra synpunkter en bra metod, förefaller i föreliggande avseende vara ett osäkert förfarande. Utökad forskning rörande mikrometeorologiska förhållanden och jordtemperatur kan ge säkrare underlag för bedömning av metodens förhållande till uppkomst av vårvinterskador. Betydelsen av att för skogsplantering avsedda åkrar omhändertages i så ogräsfritt skick som möjligt har i andra sammanhang framhållits, BÄRRING (1962, 1963 a), och understrykes av undersökningen. Då påfrestningarna på planter synes vara störst närmast efter plantering är det vidare betydelsefullt att ett plantmaterial med tillräckligt rotsystem användes vid plantering för att tillfredsställande vattenupptagning skall komma igång efter markytans upptining. Användning av plantmaterial som befinner sig i god kondition och som genom ändamålsenlig gödsling i plantskolan besitter en väl avvägd näringsbalans torde även bidra till minskade skador. Sannolikt torde positiva effekter därjämte kunna uppnås också av gödsling i fält, särskilt vid näringsbrist.

På speciella ståndorter, t. ex. mossodlingar, svackor, där risker för skador är större än på andra ståndorter, kan från denna synpunkt tall vara att föredraga framför gran.

Det är sannolikt att skilda provenienser besitter olika motståndskraft mot avhandlade vårvinterskador och att för praktiken värdefulla fördelar skall kunna uppnås genom rätt proveniensval, speciellt

vid sådana väderleksförhållanden att proveniensskillnader slår igenom.

Av undersökningen synes vidare framgå att om väderlekssituationen är sådan att utbildning av skador befaras en i tid insatt markavflåning kring plantorna på våren på vegetationsrika objekt skall kunna ned-sätta eller förhindra skadors utbildning.

Undersökningen pekar även på att en av förklaringarna till den stora betydelse fläckhackning visat sig ha för att höja överlevelseprocenten vid plantering i skogsmark kan vara den tidigare upptiningen på våren i rutorna i jämförelse med i vegetationsklädd mark. Hittills har antagits att den främsta anledningen till fläckhackningens gynnsamma effekt i skogsmark varit en förbättrad vattenhushållning. Denna verkan har kanske övervärderats på bekostnad av fläckhackningens temperaturförhöjande effekt i marken, vilken effekt, som har framgått, synes spela en särskilt betydelsefull roll vid tjällossning.

De funna resultaten kan äga annan än skoglig tillämpning. Det faktum att vegetationens täckningsgrad påverkat uppkomst av skador visar att en sådan varietetsskillnad som olika benägenhet för bredbladighet kan vara av betydelse för vinterhärdighet hos övervintrande kulturväxter inom lantbruks- och trädgårdsnäringen, och därför av vikt vid förädlingsarbete med dessa växter. Den något egendomliga situationen kan gälla att en bredbladig varietet med inneboende stor motståndskraft mot vinterskador i realiteten är känsligare för dylika skador än en med hänsyn till den inre motståndskraften känsligare, smalbladig varietet, jfr TORSELL (1959).

16.13. Sammanfattning

I april och maj 1964 uppmärksammades en skadegörelse i unga granplanteringar i södra Sverige, vilken yttrade sig i att barren mer eller mindre rödfärgades. Plantor avbarrades i betydande utsträckning, vilket ledde till kraftig plantavgång på flera ytor i olika län.

Skadegörelsen uppmärksammades i tid på försöksytor ingående i denna undersökning, varigenom skadornas omfattning kunde undersökas. På ytorna prövas flera markbehandlings- och planteringsmetoder.

Vissa försöksytor, huvudsakligen i Södermanlands och Östergötlands län, reviderades i slutet av maj 1964 med en enhetlig instruktion. Metoder, se 16.2.—3.

Revisionen gav som huvudresultat att i jämförelse med borrhplantering direkt i gräset skadades plantor signifikativt mindre vid borrhplantering i fläckhackningsruta, 4×4 dm, och efter herbicidbesprutning av vegetationen i ruta 7×7 dm, runt borrhplanterade plantor. I genom-

snitt utgjorde skillnaden i antalet helt avbarrade plantor + antalet plantor med mindre än 10 procent levande barrmassa, uttryckt i procent av hösten 1963 levande antal plantor, 36 procentenheter i jämförelsen fläckhackning—obehandlat och 16 procentenheter i jämförelsen herbicid—obehandlat. På ytor där fläckhackning och herbicidbesprutning jämfördes var motsvarande skillnad 11 procentenheter till fläckhackningens förmån. På ytor där olika herbiciddoseringar använts visade sig i allmänhet ett starkt samband existera mellan besprutningseffekt på vegetationen och frekvensen skador. Med minskande vegetation i herbicidrutorna avtog plantskadorna.

Inga signifikanta skillnader erhöles vid jämförelse borrhplantering—SFI-plantering eller vid jämförelse borrhplantering—maskinplantering. Maskinplanterade plantor utsattes för något mindre skador än borrhplanterade plantor.

Plantor borrhplanterade på tilla uppvisade en oenhetlig bild beträffande skador i jämförelse med plantor borrhplanterade i vegetationen, jfr 16.5.2. Mikrometeorologiska förhållanden torde sannolikt kunna förklara variationerna, jfr 16.9.2.1.—2. och 16.10. I genomsnitt skadades plantor på tilla i samma utsträckning som plantor i vegetationen på obearbetad mark.

Borrhplanterade plantor planterade 2 vegetationsperioder före skadornas uppträdande skadades på en yta signifikativt mindre än plantor av samma härstamning borrhplanterade 1 vegetationsperiod före skadetillfället.

»Stora plantor», utsorterade från samma plantparti som normalplantor, utsattes för något större skador än dessa. Skillnaden var insignifikant.

Tallplantor undgick skador på 4 ytor där trädslaget var representerat jämsides med gran, som skadades.

Två förklaringsgrunder till skadornas uppkomst granskas, svampangrepp och väderleksförhållanden. Inga kända inhemska svamparter ger en angreppsbild som kan förklara skadorna.

Med hjälp av meteorologiska data från SMHI skärskådas väderleksförhållandena under 1961—1964. Ingen enstaka meteorologisk faktor, som kan tänkas förklara skadorna, kan anses ha varit särpräglad vintern och våren 1964. Väderleksläget utmärktes av ett nära månadslångt högtryck under mars—april med minustemperaturer under nätterna och plustemperaturer under dagarna. Samtidigt var marken snöfri och tjälad.

I 16.10. beröres fysiologiska undersökningar, som utvisar att tjäle

synes ha stor betydelse som regulator av fysiologiska processer, vilka är betydelsefulla för växters vinterhärdighet.

I 16.9.2.2. redovisas egna jordtemperatur- och tjälmätningar. Samtidigt beröres andra undersökningar. Det framgår av dessa och mätningarna att vegetationsfri mark torde bli tjälfri i markytan avsevärt tidigare än vegetationsbunden mark.

Följande förhållanden ger ett starkt stöd för att väderleken mars—april framkallat skadorna:

- 1) Enligt fysiologiska undersökningar kan antagas att meteorologiska förhållanden liknande dem vårvintern 1964 påverkar växters vinterhärdighet negativt.
- 2) Av undersökta 4 år under 1960-talet karakteriseras vårvintrarna 1962 och 1964 — år då skador uppträtt — mest utpräglat av sådana meteorologiska förhållanden som enligt 1) verkar negativt å växter.
- 3) Skadornas fördelning på markbehandlingar. Plantor planterade efter metoder som gynnat en tidig tjälavsmältning skadades minst.
- 4) Såväl inom landet som utomlands har skador å barrträdsplanter inträffat under med vårvintern 1964 liknande väderleksförhållanden, 16.8.2.1.

Fysiologiska händelseförlopp vid skadornas uppkomst antydes. För ett närmare klarläggande av frågor i samband härmed framhålles nödvändigheten av särskilda undersökningar, vilka kan få stor praktisk betydelse.

I 16.11. beröres betydelsen av andra faktorer än dem undersökningen kunnat belysa för uppkomst av vårvinterskador.

Slutligen avhandlas de praktiska konsekvenserna i 16.12., där bl. a. framhålles att åtgärder som gynnar en tidig tjällossning i markytan torde vara särskilt betydelsefulla för att undvika behandlad skadegörelse.

Resultaten kan ha annan än skoglig tillämpning. Smalbladighet framstår sålunda som varietetsegenskap värd uppmärksamhet vid växtförädlingsarbete för att uppnå ökad vinterhärdighet hos övervintrande lantbruks- och trädgårdsväxter.

Kap. 17. Jämförelse mellan maskinplantering och handplantering

17.1. Inledning

Maskinell plantering på åkermark torde ha tillämpats i Sverige under åtminstone 1,5 decennium, jfr signaturen H.H. (1951), som beskriver Kej-Bäck, sannolikt en av de här i landet först använda maskinerna. Maskinen bygger på plogprincipen. En kontinuerlig skåra upptages i marken. Efter plantsättning, ombesörjd av plantör som har sin plats på den av traktorn dragna maskinen, tilltryckes skåran av ett par kontinuerligt verkande, snedställda gummihjul, placerade bakom plantören. Maskinen användes fortfarande oförändrad eller — utan att arbetsprincipen förändrats — med vissa modifikationer i utförandet.

Såvitt bekant föreligger ingen i landet publicerad undersökning över jämförelse av planteringsresultat efter maskin- och handplantering.

I samarbete med skogsvårdsstyrelserna i Södermanlands och Älvsborgs län utförde jag åren 1962 och 1964 en inventering av äldre maskinplanteringar. De äldsta planteringarna härstammade från 1953. Preliminära resultat från Södermanlands län publicerades i stencilform som specimenskrift av BÄRRING (1963 b). Utan att direkt jämförelse med handplantering förelåg ansågs maskinplantering vara en godtagbar planteringsmetod. Betydelsen av åtgärder mot vegetationen framhölls.

Detta problem har erhållit en elegant lösning genom att maskinen försetts med besprutningsaggregat, KARLBERG (1964). Besprutning sker före plantsättning, vilket innebär att plantors ovanjordsdelar ej kommer i kontakt med besprutningsvätskan annat än genom eventuellt dropp från besprutad vegetation. Besprutning sker kontinuerligt i en sammanhängande rad av ca 60 cm bredd.

I denna undersökning upptogs frågan om jämförelse mellan det biologiska resultatet av maskinplantering och handplantering vid åkerplantering. Genom tillmötesgående från tidigare nämnda skogsvårdsstyrelser kunde ett antal försöksytor anläggas på objekt avsedda för maskinplantering i skogsvårdsstyrelsernas entreprenadverksamhet. Använda maskiners arbetssätt bygger på beskriven princip.

Maskinplantering innebär rationaliseringsmöjligheter; kapaciteten

anges till 700—1 500 plantor/verktimme. Vid diskussion av metodens användbarhet vid åkerplantering är emellertid kunskap om det biologiska resultatet en av förutsättningarna.

17.2. Försöksmetoder

De första försöksytorna med maskinplantering anlades år 1961. Metoden undersöktes på 13 försöksytor, varav 9 ytor i Södermanlands län och 4 ytor i Älvsborgs län. Samtliga ytor är utlagda på friska mineraljordar, tab. 17.1. och bil. 5.1.

På ytor S.1018 och S.1079 överlagras mineraljorden av kärrtorvjord av respektive 30 och 60 cm mäktighet. Ytor är anlagda på olika jordarter, från sand till styva leror. Alla ytor utom S. 1074, S.1076 och S.1078 var vegetationsbundna vid plantering. Nämnade 3 ytor utgjorde stubbåkrar. Plantmaterialet karakteriserades som medelbra-bra på alla ytor utom S.1076—77 och S.1195—96, där plantorna ansågs vara av mindre god kvalitet.

Jämförelse mellan hand- och maskinplantering gjordes vid plantering direkt i marken såväl utan som med herbicidbesprutning. Sammanlagt föreligger 31 jämförelser mellan planteringssätten. Alla jämförelser omfattar gran 2/2.

Maskinplantering representeras, liksom andra försöksled, jfr Kap. 4, av en plantrad om 30 plantor per block. Endast i två fall, ytor S.1018 och S.1062, är jämförelse av planteringssätten utförd så att maskinplantering omfattar en yta belägen helt intill handplanterad yta under ensartade ståndortsförhållanden. Handplanterade jämförelseytor är S.1017 och S.1063 respektive. I tab. 17.1. sker redovisning och statistiska tester av planteringsresultat för enkelhets skull som om även dessa jämförelser gjorts inom ytor.

På grund av att standardherbicid använts av de båda skogsvårdsstyrelserna uppstod svårighet att byta besprutningsvätska i de stora vätsketankarna då mer än en herbicid användes på ytorna. I sådana fall utfördes därför för jämförbarhets skull besprutning även vid maskinplantering vanligen manuellt enligt standardmetod angiven i 13.3.1. På ytor S.1193—S.1196 skedde dock besprutning i samband med maskinplantering som radbesprutning, vätskeåtgång ca 800 l/ha. Vid handplantering utfördes fläckbesprutning, 7×7 dm på dessa ytor. Jämförelse av planteringssätten vid herbicidbesprutning är därför ej helt adekvat på ytorna. Granskas emellertid utfallet av jämförelsen på dessa ytor med utfallet på övriga ytor, tab. 17.1., framkommer ingen tendens som antyder att skillnaden i besprutningsförfarande påverkat planteringsresultatet i någon bestämd riktning. Av denna anledning medtages även herbicidanvändning på nämnda ytor vid jämförelse av planteringsätten.

17.3. Resultat

Tabell 17.1. ger resultat på enskilda ytor jämte medelvärde i jämförelsen handplantering—maskinplantering såväl utan som med herbicidanvändning.

Tab. 17.1. Manuell (borrplantering) och maskinell plantering med och utan herbicidbesprutning.

Manual (auger planting) and machine planting with and without accompanying herbicide spray.

Yta Plot	Handplantering Hand planting				Maskinplantering Machine planting				Handplantering Hand planting					Maskinplantering Machine planting				
	öP ₁	öP ₂	öP ₃	öP ₅	öP ₁	öP ₂	öP ₃	öP ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
Plantering direkt i marken									Planting in the vegetation									
S.1018	98,7	67,3	36,7	3,3	99,3	62,8	28,4	1,4	23,4	27,7	22,9	25,6	38,6	19,7	24,7	23,8	29,0	31,5
S.1062	100,0	98,7	98,7	96,7	98,7	98,0	96,7	90,0	20,6	25,4	27,7	38,8	61,6	17,6	21,9	24,3	34,6	54,2
S.1072	100,0	44,7	28,7		100,0	42,0	18,7		22,3	25,4	20,3	29,6		17,7	22,7	15,1	28,2	
S.1074	98,7	78,7	68,7		99,3	80,0	74,0		20,9	24,2	25,2	35,8		16,8	20,8	24,7	36,0	
S.1076	98,0	70,0	69,3		98,7	85,3	80,7		19,8	22,5	22,2	27,8		20,0	23,3	24,8	33,8	
S.1077	94,7	18,0	14,7		92,0	20,0	15,3		21,5	24,3	23,9	30,4		14,0	17,4	17,1	24,8	
S.1078	100,0	99,3	99,3		100,0	100,0	98,0		27,6	31,9	36,7	44,0		27,5	33,0	39,8	49,5	
S.1079	100,0	94,7	88,7		100,0	97,3	90,0		27,8	33,0	40,2	47,5		28,0	34,0	41,3	51,1	
S.1080	99,3	98,7	83,3		100,0	98,0	88,0		25,5	30,7	35,5	36,9		24,7	30,8	37,3	41,7	
S.1193	100,0	99,3			97,3	94,7			27,0	36,6	41,5			26,5	36,6	43,2		
S.1194	100,0	100,0			100,0	98,7			23,8	33,5	37,3			25,5	36,6	43,9		
S.1195	84,0	33,3			93,3	46,0			25,6	28,7	43,5			23,4	26,1	40,5		
S.1196	84,7	84,0			75,3	74,7			33,5	38,7	42,5			29,6	34,3	37,8		
M	96,8	75,9	65,3	50,0	96,5	76,7	65,5	45,7	24,6	29,4	32,3	35,2	50,9	22,4	27,9	31,8	36,5	42,8
N	13	13	9	2	13	13	9	2	13	13	13	9	2	13	13	13	9	2
Atrazin 10 - 20 kg/ha									Atrazine 10 - 20 kg/ha									
S.1017	97,3	84,0	64,0	11,3	98,7	73,5	46,3	2,7	23,0	27,4	29,0	31,7	47,4	20,8	25,8	27,2	29,9	41,2
S.1062	99,3	99,3	99,3	98,3	100,0	96,7	94,0	91,3	19,6	24,5	26,7	38,6	65,0	17,6	21,7	24,1	36,3	57,8
S.1074	99,3	88,7	86,7		100,0	94,7	92,0		19,7	23,4	27,6	39,4		17,2	21,2	28,2	40,9	
S.1076	94,0	74,7	72,7		98,0	91,3	88,7		20,6	22,2	23,5	29,3		19,1	22,0	25,6	34,5	
S.1078	99,3	98,7	98,7		100,0	99,3	94,7		26,6	30,8	37,4	47,6		28,3	33,8	42,4	53,8	
S.1079	100,0	99,3	99,3		99,3	98,7	96,0		27,0	33,1	45,0	55,2		27,3	32,8	44,1	55,5	
S.1080	99,3	99,3	90,0		100,0	100,0	89,3		24,2	31,8	44,9	48,1		24,5	32,9	47,7	51,7	
S.1193	97,3	93,3			99,3	96,0			26,4	33,6	44,8			26,5	37,4	51,2		
S.1194	99,3	98,7			100,0	100,0			24,6	33,5	36,6			25,3	36,3	44,4		
S.1195	94,0	54,7			93,3	70,0			25,1	27,1	43,4			23,2	26,0	38,7		
S.1196	87,3	86,7			90,0	89,3			31,3	36,6	43,9			32,2	36,9	44,1		
M	96,9	88,9	87,2	54,8	98,1	91,8	85,9	47,0	24,4	29,5	36,6	41,4	56,2	23,8	29,7	38,0	43,2	49,5
N	11	11	7	2	11	11	7	2	11	11	11	7	2	11	11	11	7	2
Amitrol + diuron 20 - 25 kg/ha									Amitrole + diuron 20 - 25 kg/ha									
S.1078	100,0	99,3	99,3		100,0	100,0	99,3		26,2	30,3	38,4	49,3		28,3	33,7	42,6	55,4	
S.1079	100,0	99,3	98,7		100,0	98,7	94,7		28,1	33,8	43,1	53,5		26,9	33,3	43,4	53,8	
S.1080	100,0	100,0	91,3		100,0	99,3	84,7		24,6	31,2	44,8	49,5		24,8	32,9	46,8	51,9	
S.1193	100,0	99,3			97,3	96,7			26,9	35,0	48,0			26,5	36,9	54,9		
S.1194	100,0	98,0			99,3	96,7			26,2	35,6	40,1			24,2	34,5	44,1		
S.1195	80,0	40,7			99,3	84,0			24,8	25,3	42,7			23,7	30,4	42,9		
S.1196	72,7	71,3			84,0	81,3			29,5	34,0	40,3			29,5	34,3	40,4		
M	93,2	86,8	96,4		97,1	93,8	92,9		26,6	32,2	42,5	50,8		26,3	33,7	45,0	53,7	
N	7	7	3		7	7	3		7	7	7	3		7	7	7	3	
Totalt									Total									
M	96,0	83,0	78,3	52,4	97,2	85,9	77,3	46,4	25,0	30,1	36,1	39,9	53,2	23,8	29,8	37,0	41,7	46,2
N	31	31	19	4	31	31	19	4	31	31	31	19	4	31	31	31	19	4

Medelvärden på överlevelseprocent för planteringssätten skiljer sig mycket litet för alla 3 urskilda grupperna i tabellen efter 2 eller 3 vegetationsperioder. Skillnaderna är insignifikanta. Även på enskilda ytor är skillnaden mellan planteringsförfarandena i allmänhet ringa. Det är egentligen endast ytan S.1195 som uppvisar större skillnad, i

samtliga jämförelser till maskinplanterings fördel. Den låga överlevelseprocenten på några ytor förklaras av sorkskador (S.1018) och vårvinterskador (bl. a. S.1072 och S.1077), Kap. 15 och 16.

Beträffande höjdtillväxten erhöles nedanstående skillnader och signifikanser i differens maskinplantering—handplantering.

	$(H_2 - H_0)$	t	$(H_3 - H_0)$	t
Ingen herbicid No herbicide	$1,10 \pm 0,64$	1,719	$3,97 \pm 0,84$	4,726**
Atrazin	$1,84 \pm 0,97$	1,897	$2,63 \pm 0,72$	3,653**
Amitrol + diuron	$2,87 \pm 1,01$	2,842*		
Alla jämförelser All comparisons	$1,76 \pm 0,49$	3,592**	$3,26 \pm 0,55$	5,927***

Såväl efter 2 som 3 vegetationsperioder har maskinplanterade planter vuxit bättre än handplanterade planter. För hela materialet föreligger 1- respektive 0,1-procentig signifikans för tillväxtskillnaden, som i genomsnitt per år uppgått till 0,8—1,3 cm. Tillväxtökningen för maskinplanterade planter motsvarar efter 3 vegetationsperioder i jämförelsen utan herbicidanvändning 33 procent av handplanterade plantors tillväxt och i jämförelsen med herbicidanvändning 13 procent av handplanterade plantors tillväxt.

Liksom förhållandet var vid handplantering, 13.9., erhöles även vid maskinplantering ett förbättrat planteringsresultat av herbicidanvändning, uppställningen nedan.

	Maskinplantering Machine planting			
	Differens herbicid — obehandlat Difference herbicide — no herbicide			
	$\bar{O}p_2$	$\bar{O}p_3$	$(H_2 - H_0)$	$(H_3 - H_0)$
Atrazin	6,3*	6,5	$3,05 \pm 1,06^*$	$3,77 \pm 1,28^*$
Amitrol + diuron	6,7	—	$4,66 \pm 1,56^*$	—

Signifikanta skillnader föreligger på 5-procentnivån, särskilt tydligt för höjdtillväxten. Testning av överlevelseprocenten utfördes efter arcus-sinustransformering.

17.4. Diskussion

Då separata undersökningar över maskinplantering startats på institutionen kommenteras resultaten här endast kortfattat.

Maskinplantering har givit lika resultat som handplantering beträffande

fande överlevelseprocenten och signifikativt bättre höjdtillväxt såväl vid plantering i vegetationen som efter herbicidanvändning. Resultatet rörande plantors överlevande är i överensstämmelse med resultat av jämförelse mellan manuella planteringsmetoder, Kap. 10. I genomsnitt framkom inga skillnader mellan metoder. Under förutsättning att plantrötterna placeras på ett tillfredsställande sätt i marken förefaller det naturligt att maskinplantering bör ge lika god överlevelseprocent som handplantering.

I Kap. 10 visades att höjdtillväxten varit något större för plantor planterade med SFI-hacka i jämförelse med planteringsborr. De båda planterinssätten skiljer sig genom att plantrötterna placeras ytligare med SFI-hacka. I jämförelsen maskinplantering—borrplantering placeras plantrötterna lodrätt vid båda metoderna. Trots detta erhöles en mycket tydlig tillväxtökning hos de maskinplanterade plantorna. Någon förklaring kan för närvarande ej lämnas till det högt signifikanta utslaget.

Att maskinplantering är en ur biologisk synpunkt med handplantering konkurrenskraftig planteringsmetod framgår även av 16.5.3, där det visas att maskinplanterade plantor skadades något mindre — om än insignifikativt — av vårvinterskador än handplanterade plantor. Då metoden, som nämnts, inrymmer rationaliseringsmöjligheter, är den betydande användning metoden redan erhållit på åkermark motiverad.

Kap. 18. Anteckningar om vegetationsförhållanden på försöksytor

Här pekas närmast på existensen av problem av någon betydelse vid senare diskussion av metoder vid åkerplantering.

Uppställning nedan ger V.r.s.₂₅ 1 och 2 vegetationsperioder efter plantering på ytor som anlagts på plöjda eller oplöjda stubbåkrar. Endast ytor på lokaler, där sädesskörd skedde hösten före plantering ingår i uppställningen, jfr bil. 5.1.

Yta Plot	Veg. perioder Grow. seasons		Yta Plot	Veg. perioder Grow. seasons	
	1	2		1	2
	V.r.s. ₂₅			V.r.s. ₂₅	
S. 932	2,8	3,0	S. 1068	1,3	1,6
S. 942	2,1	1,6	S. 1070	1,0	1,1
S. 946	1,0	1,3	S. 1071	1,5	1,7
S. 1011	2,4	2,3	S. 1073	1,0	1,2
S. 1024	1,7	1,5	S. 1074	1,5	1,7
S. 1025	2,4	1,9	S. 1076	1,0	1,4
S. 1031	1,4	1,7	S. 1078	1,7	1,1
S. 1032	1,1	1,1			

Med undantag av några ytor var vegetationen i allmänhet föga besvärande på ytorna efter 1:a vegetationsperioden. På några ytor med en tämligen kraftig vegetation kunde utvecklingen delvis förutses genom förekomst av bottenvegetation av gräs vid planteringstillfället, t. ex. S.1011 och S.1024. Trots att ett par ytor, S.1025 och S.1078, var nästan helt vegetationsfria vid plantering på våren, förekom en delvis besvärande vegetation på hösten, fig. 18.1.—2. På yta S.1025 var ett tätt bestånd av alsikeklöver utbildat, på yta S.1078 åter förekom fettistel och åkertistel rikligt. Efter ytterligare en vegetationsperiod tillbakasattes emellertid den uppblossande vegetationen på nämnda ytor, uppställningen ovan.

Som framhölls i 12.6.3. innehåller åkerjord en växlande mängd ogräsfrö och förökningsorgan. Då odlingen upphörde har tydligen dessa kunnat utvecklas på aktuella ytor. Som framgår bl. a. av KORSMO (1926), BOLIN (1933), ÅSLANDER (1951) beror åkerjordens innehåll av förökningsorgan även på odlade grödor.



Fig. 18.1. Vegetationsutveckling efter 1 vegetationsperiod på den vid anläggning vegetationsfria ytan S. 1025 på stubbåker.

Development of vegetation after one growing season on plot S. 1025, laid out on an arable field which lacked vegetation at the time of establishment.



Fig. 18.2. Vegetationsutveckling efter 1 vegetationsperiod på den vid anläggning vegetationsfria ytan S. 1078 på stubbåker.

Development of vegetation after one growing season on plot S. 1078, laid out on an arable field which lacked vegetation at the time of establishment.

För att kunna bedöma vegetationens utveckling vid igenplantering av stubbåkrar och därmed metoder som bör användas vid planteringen är följaktligen hänsynstagande till odlingshistorien på aktuella objekt nödvändig.

Kap. 19. Jämförelse mellan fläckhackning, herbicidbesprutning och tiltplöjning

I nedanstående uppställning visas skillnaden för tall + gran i Öp₃ och höjdtillväxt efter 3 vegetationsperioder i jämförelsen mellan plantering i kombination med var och en av rubricerade metoder för att minska vegetationens konkurrens och plantering direkt i marken (obehandlat).

	Öp ₃	Differens Difference (H ₃ —H ₀)	N
Fläckhackning — obehandlat Screefing — control	13,3**	2,7**	28
Enkel tilta — obehandlat Single plough ridge — control	7,6**	4,0**	23
Herbicid — obehandlat Herbicide — control	10,2***	4,7***	48 ¹⁾

¹⁾ Signifikanserna baserar sig på teckentest, jfr 13.9

The significances are based on sign tests, cf. 13.9

Siffermaterialet utgör sammanställning från Kap. 11—13. Skillnaderna uppvisade höga signifikanser, 0,1—1 procent, se vidare respektive kapitel.

Metoderna prövades jämsides på minst 3 år gamla ytor enligt nedanstående uppställning, jfr tab. 11.1., 12.5. och 13.16.

Jämförelse Comparison	N	Yta Plot
Fläckhackn. — herbicidbeh. Screefing — herbic. treatm.	17	S. 886, S. 923, S. 929, S. 936, S. 943, S. 944, S. 945, S. 947, S. 949, S. 1026, S. 1028, S. 1061, S. 1063, S. 1067, S. 1072, S. 1075, S. 1077
Herbicid — tilta Herbic. treatm. — single plough ridge	15	S. 866, S. 867, S. 929, S. 931, S. 948, S. 1024, S. 1025, S. 1067, S. 1068, S. 1071, S. 1072, S. 1074, S. 1075, S. 1076, S. 1077
Fläckhackn. — herbicidbeh. — tilta Screef. — herbic. treatm. — single plough ridge	10	S. 929, S. 936, S. 1067, S. 1072, S. 1075, S. 1077, S. 1082 ¹⁾ , S. 1084 ¹⁾ , S. 1191 ¹⁾ , S. 1192 ¹⁾

¹⁾ Endast 2 år gamla
Only 2 years old

Tab. 19.1. Jämförelse av resultat efter borrplantering i fläckhackningsruta (4×4 dm), borrplantering i markyta och efterföljande herbicidbesprutning (7×7 dm) samt borrplantering på enkel tilla (b). Gran.

Comparison of the results of planting in screefed patches ($40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$), planting on unploughed ground with subsequent herbicide spraying ($70 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$), and planting on a single plough ridge (b). Spruce. Auger planting.

Yta Plot	Fläckhackning Screefing				Herbicidanvändning Herbicide				Enkel tilla Single plough ridge			
	Ö _{p2}	Ö _{p3}	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀	Ö _{p2}	Ö _{p3}	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀	Ö _{p2}	Ö _{p3}	H ₂ -H ₀	H ₃ -H ₀
S.929	68,3	65,0	13,1	26,3	78,3	78,3	19,2	26,2	98,3	93,3	14,7	29,7
S.936	46,7	35,0	-	-	26,7	21,7	-	-	20,0	19,2	-	-
S.1067	100,0	99,3	9,6	19,0	100,0	99,3	14,9	27,6	100,0	100,0	7,0	12,9
S.1072	99,3	95,3	10,4	17,8	88,7	82,7	8,4	16,9	96,0	93,3	7,4	18,4
S.1075	78,7	77,3	6,0	14,2	67,3	62,0	5,0	12,9	12,0	11,3	3,4	10,0
S.1077	78,7	69,3	4,3	11,9	66,7	49,3	3,4	12,6	18,0	14,7	0,2	9,8
S.1082	100,0		11,7		98,7		11,7		100,0		12,1	
S.1084	20,0		9,7		34,0		11,1		34,7		12,6	
S.1191	100,0		10,2		98,7		11,4		100,0		11,6	
S.1192	93,3		8,4		93,3		9,4		98,0		6,5	
M	78,5	73,5	9,3	17,8	75,2	65,6	10,5	19,2	67,7	55,3	8,4	16,2
N	10	6	9	5	10	6	9	5	10	6	9	5

Fläckhackning och tiltplöjning jämfördes endast på ytor där alla 3 metoderna jämförts.

Utslagen i de två första jämförelserna framgår av uppställningen nedan.

Jämförelse Comparison	N	Differens Difference	
		Ö _{p3}	(H ₃ -H ₀)
Fläckhackn. — herbicidbeh. Screefing — herbic. treatm.	17	1,1	-2,32 ± 1,28
Herbicid — tilla Herbic. treatm. — single plough ridge	15	7,5	1,56 ± 1,09

Samtliga skillnader är insignifikanta.

Tabell 19.1. ger resultat på enskilda ytor där alla 3 metoderna använts. Resultaten på olika ytor är heterogena, vilket torde sammanhånga med att alla under undersökningsperioden inträffade kalamiteter, med undantag av sorkskador, är representerade och att metoderna något olika synes ha påverkat skadeutbildningen: S.936: torkskador 1959, se 11.3., S.1072, S.1075, S.1077: vårvinterskador, se Kap. 16, S.1084: översvämning våren 1966, se 11.3.

På försöksytan S.929 finns ca 25 cm under markytan ett 5 cm tjockt mjälager. De övre jordlagren vilar, 60 cm under markytan, på lera. Ytan utlades år 1960, det nederbördsrikaste året under undersökningsperioden för när-

belägna meteorologiska stationen Västerås, fig. 8.1. Under maj—augusti var nederbörden nära 50 procent större än normalt. Som framgår av tab. 11.1. gav fläckhackning sämre överlevelseprocent än plantering direkt i vegetationen och till en början även mindre höjdtillväxt. Då matjorden ned till mjälalagret utgöres av sandblandad mull och under mjälalagret ned till leran av finsand är planteringsresultatet egendomligt om sandfraktionerna bestämt de ekologiska markförhållandena. Det förefaller närmast som om mjälalagret under rådande nederbördsförhållanden präglat en fuktig ståndort genom att utgöra ett hinder för nederbördens inträngning i marken. Om så varit fallet erhålles en godtagbar förklaring till ordningsföljden mellan de 3 studerade metoderna i tab. 19.1. i planteringsresultat.

Föreliggande material för jämförelse av de 3 metoderna tyder närmast på att fläckhackning haft det fördelaktigaste inflytandet på överlevelseprocenten, medan herbicidanvändning givit den bästa höjdtillväxten.

Mot bakgrund av inträffade kalamiteter och av att de tre metoderna för minskning av vegetationens konkurrens delvis påverkat plantors miljö olika torde en utvärdering av metoderna emellertid ej enbart kunna baseras på här gjorda jämförelser. En mera nyanserad bedömning torde erhållas om därjämte resultaten från enskilda metoders jämförelse med obehandlat utnyttjas. En diskussion av metodernas användbarhet med utnyttjande även av detta material uppskjutes till Kap. 21.

Kap. 20. Om vegetationens inverkan på planteringsresultatet samt betydelsen av åtgärder mot vegetationen

I 13.9. visades att ett starkt samband förelåg mellan vegetationens riklighet och plantors överlevelseprocent efter 3 vegetationsperioder. Detta var fallet antingen herbicid använts eller ej. Här undersöks sambandet med utnyttjande av hela materialet av minst 3 år gamla ytor. Samtidigt jämföres yta för yta plantering med och utan åtföljande behandling för att minska vegetationens konkurrens, oavsett att inte samma metod använts genomgående på alla ytor.

Med ledning av resultat i Kap. 19 utvaldes metoderna i följande ordning: 1. fläckhackning, 2. herbicidanvändning, 3. tiltplöjning, 4. helplöjning¹). Tabell 20.1., sammanställd från tab. 11.1., 12.5., 12.8., 13.16., 17.1. samt bil. 5.1. visar resultat yta för yta. Följande 3-årsytor medtogs ej i tab. 20.1.: S.986, S.1011—12, S.1029, S.1073. Samtliga dessa ytor saknar jämförelsebehandling till plantering direkt i marken. Beträffande ytor S.1011—12, se 13.5.1.

Planteringsmetod är borrhplantering i samtliga jämförelser utom på yta S.985, representerad av öppen grop, samt ytor S.1018 och S.1062, representerade av maskinplantering. I Kap. 10 och 17 visades emellertid att skillnad ej förelåg mellan dessa metoder och borrhplantering med avseende på granplantors överlevande.

20.1. Om vegetationens inverkan på planteringsresultatet

Figur 20.1. ger en uppläggning av överlevelseprocenten efter 3 vegetationsperioder över V.r.s.₂₅ med hjälp av tab. 20.1. I figur 20.2. har motsvarande uppläggning gjorts efter indelning av materialet i 3 V.r.s.₂₅-klasser: 1—1,9; 2,0—2,9; 3,0—4, jfr fig. 13.12. Överlevelseprocenten visar ett klart avtagande med ökad vegetationssvårighet vare sig vegetationen behandlats eller ej. Avtagandet var dock mindre på de vegetationsrikaste ytorna om åtgärder vidtagits för att minska vegetationens konkurrens med plantor.

¹) Metoden representeras endast på ytor S.949—50. Ytan S.950, helplöjd, utgör jämförelse till oplöjda ytan S.949, jfr 13.5.1. På båda ytorna förekommer herbicidanvändning. Som emellertid göres troligt i 13.5.1. är herbicidanvändning mindre lämplig under förhållanden som råder på ytorna.

Tab. 20.1. Plantering i vegetationen (obehandlat) i jämförelse med plantering och åtgärd för att minska vegetationens konkurrens, jfr tab. 11.1., 12.5., 12.8., 13.16. och 17.1. Tall på ytor S. 941 och S. 1027, f. ö. gran.

Planting on unploughed ground (control) compared with planting accompanied by treatment to decrease vegetation competition. Cf. Tables 11.1., 12.5., 12.8., 13.16., 17.1. Pine on plots S. 941 and S. 1027, otherwise spruce.

Yta Plot	Obehandlat Control			Veg. behandl. Treatm. of veg.			Yta Plot	Obehandlat Control			Veg. behandl. Treatm. of veg.		
	V.r.s. 25	Öp ₃	Öp ₅	Öp ₃	Öp ₅	Beh. Treatm.		V.r.s. 25	Öp ₃	Öp ₅	Öp ₃	Öp ₅	Beh. Treatm.
S. 866	1,9	94,0	88,7	96,0	93,3	H	S. 949	2,5	90,7	77,3	97,3	86,7	P
S. 867	1,5	82,7	72,0	94,7	93,3	H	S. 1020	2,4	74,7	36,7	76,7	49,3	H
S. 941	1,0	99,3	99,3	99,3	98,7	F	S. 1021	2,8	80,7	70,0	93,3	76,7	H
S. 946	1,0	94,0	78,7	92,0	74,0	H	S. 1025	2,4	87,3	76,7	93,3	85,3	H
S. 985	1,5	95,3	94,0	96,7	95,3	T	S. 1030	2,3	98,3	96,7	95,8	95,0	F
S. 1023	1,8	70,0	65,3	75,3	75,3	H	S. 1061	2,0	81,3	64,0	58,7	46,0	F
S. 1024	1,7	83,3	70,0	88,7	84,0	H	S. 945	2,3	34,0		30,0		F
S. 1027	1,5	82,5	81,7	91,7	90,8	F	S. 947	2,1	59,2		66,4		H
S. 1031	1,4	87,3	67,3	92,0	88,0	H	S. 1028	2,4	40,7		54,7		F
S. 1032	1,1	97,5	96,7	100,0	98,3	H	S. 1067	2,1	99,3		96,7		F
S. 1062	1,0	96,7	90,0	94,0	91,3	H	S. 1077	2,4	14,7		69,3		F
S. 1063	1,0	98,7	96,7	98,7	98,3	H	S. 1080	2,1	83,3		90,0		H
S. 944	1,8	43,3		52,0		F	S. 1081	2,1	87,3		90,7		F
S. 1066	1,9	87,2		96,7		T	S. 886	3,3	86,0	42,7	98,0	84,0	F
S. 1068	1,3	100,0		100,0		H	S. 929	3,0	78,3	63,3	65,0	55,0	F
S. 1070	1,0	100,0		98,0		H	S. 987	3,7	71,3	39,3	86,7	42,7	T
S. 1071	1,5	78,7		89,3		H	S. 1017	3,1	36,7	3,3	64,0	11,3	H
S. 1072	1,7	28,7		95,3		F	S. 1018	3,3	28,4	1,4	46,3	2,7	H
S. 1074	1,5	68,7		86,7		H	S. 1022	3,0	56,0	35,3	69,3	62,7	H
S. 1075	1,7	22,0		62,0		H	S. 1026	3,0	46,0	40,0	70,7	68,0	F
S. 1076	1,0	69,3		72,7		H	S. 936	3,1	5,0		35,0		F
S. 1078	1,7	99,3		98,7		H	S. 943	4,0	52,6		48,7		F
S. 923	2,9	47,5	45,0	85,8	85,8	F	S. 1013	4,0	71,3		78,7		F
S. 931	2,1	91,7	91,7	94,2	93,3	H	S. 1014	3,8	33,3		52,0		T
S. 942	2,1	91,3	81,3	94,7	89,3	H	S. 1015	3,8	40,7		70,0		H
S. 948	2,1	86,7	80,7	94,7	80,0	T	S. 1079	3,2	88,7		99,3		H

F = fläckhackning, 4x4 dm Screefing 4x4 dm
H = herbicidbesprutning, 7x7 dm Herbicide spray 7x7 dm
T = enkel tilla Single plough ridge (b)
P = helplöjning Complete ploughing

På 5-årsytorna erhöles nedanstående överlevelseprocenter efter 3 och 5 vegetationsperioder i olika V.r.s.₂₅-klasser.

V.r.s. ₂₅	Obehandlat Control		Veg. behandl. Treatm. of the vegetat.		Diff. behandl. — obehandl. Diff. treatm. — control		N
	Öp ₃	Öp ₅	Öp ₃	Öp ₅	Öp ₃	Öp ₅	
< 2,0 (1,4)	90,0	83,4	93,3	90,0	3,3	6,4	12
≥ 2,0 < 3,0 (2,8)	83,0	72,0	88,4	78,7	5,4	6,7	10
≥ 3,0 (3,2)	57,5	32,2	71,4	46,7	13,9	14,5	7

Av samma skäl som framförts i 13.9. torde det funna inflytandet av vegetationen betyda att ett verkligt orsakssammanhang föreligger mellan granplantors överlevelse efter plantering och vegetationens riklig-

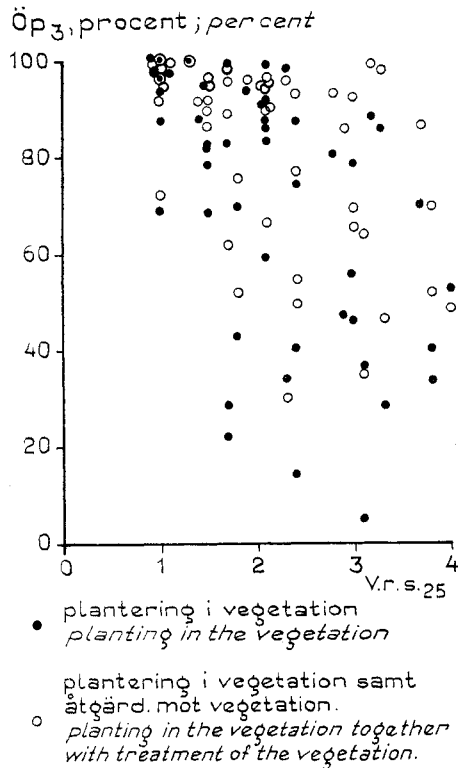


Fig. 20.1. Överlevelseprocenten på olika ytor efter 3 vegetationsperioder för plantering i markyta samt samma planteringsförfarande, men i förening med åtgärd mot vegetationen, upplagd över vegetationens riklighet, uttryckt i V.r.s.₂₅, jfr tab. 20.1.

Survival percentage on various plots after three growing seasons, for seedlings planted on unploughed ground with and without accompanying vegetation control measures, shown in relation to the abundance of vegetation, expressed in V.r.s.₂₅. Cf. Table 20.1.

het, jfr 20.3. Detta kan på rimliga grunder antagas gälla även tall, jfr fig. 14.1.

20.2. Betydelsen av åtgärder mot vegetationen

I tab. 20.1. föreligger 52 jämförelser behandlat—obehandlat efter 3 vegetationsperioder, och 29 jämförelser efter 5 vegetationsperioder. Utslag i någon riktning erhöles i respektive 50 och 29 jämförelser. I dessa jämförelser gav behandlat högst överlevelseprocent i respektive 40 och 23 jämförelser, medan obehandlat gav högst överlevelseprocent i 10 respektive 6 jämförelser. Med teckentest erhålles 0,1- och 1-procentig signifikans för utslagen. Medelöverlevelseprocenter framgår nedan

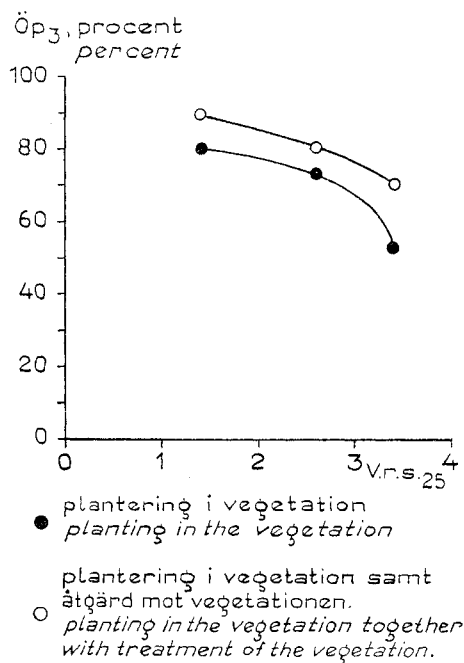


Fig. 20.2. Medelvärden av materialet i fig. 20.1. i 3 V.r.s.₂₅-klasser: 1—1,9; 2,0—2,9; 3,0—4.

Mean values for material in Fig. 20.1. arranged in three V.r.s.₂₅ classes, viz. 1—1.9; 2.0—2.9; 3.0—4.

	Öp₃	Öp₅
Plantering direkt i marken Planting in the soil	65,8 (79,8)	67,1
Plantering och behandl. av vegetationen Planting and treatm. of the vegetation	74,1 (86,4)	76,5

Öp₃ inom parentes avser 5-årsytor
Öp₃ within brackets refers to plots 5 years old

Överlevelseprocenten avtog på 5-årsytorna något mera för plantering utan än med vegetationsbehandling mellan 3- och 5-årsrevision. Differensen behandlat—obehandlat uppgår på dessa ytor till 6,6 och 9,4 procentenheter efter 3 och 5 vegetationsperioder.

Betydelsen av åtgärder mot vegetationen är större än dessa siffror anger, se uppställning nedan och fig. 20.3., som visar frekvensen ytor i olika klasser av överlevelseprocenter.

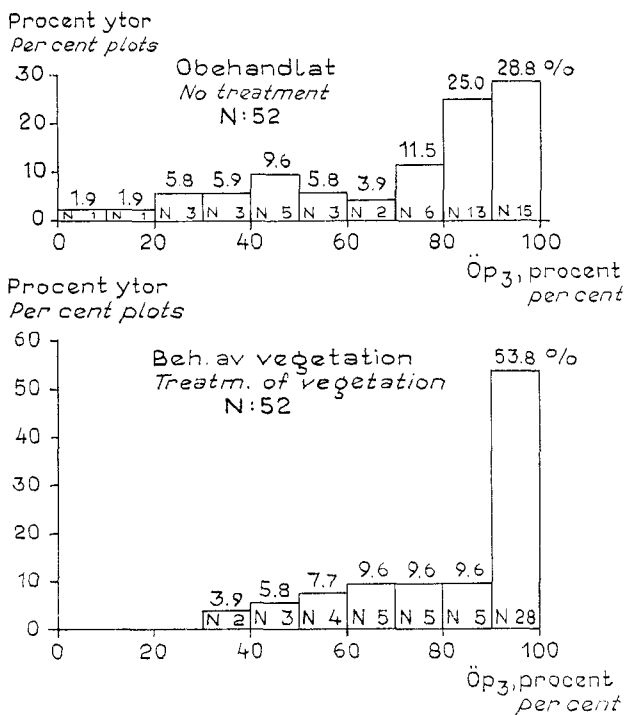


Fig. 20.3. Fördelning av försöksytor på överlevelseprocent - klasser efter 3 vegetationsperioder vid plantering i markyta (obehandlat) och samma planteringsförfarande i förening med åtgärd mot vegetationen, jfr tab. 20.1.
Distribution of plots between classes of survival percentage after three growing seasons, in respect of seedlings planted in unploughed ground with and without accompanying vegetation control measures, cf. Table 20.1.

	Procent ytor med $\bar{O}p_3 < 50\%$ Per cent plots with $\bar{O}p_3 < 50\%$
Plantering direkt i marken Planting in the soil	25,0
Plantering och behandl. av vegetationen Planting and treatm. of the vegetation	9,7

Åtgärder för att minska vegetationens konkurrens med barrträdsplanter har givit ett avsevärt jämnare planteringsresultat än plantering direkt i marken och har klart minskat antalet, vad som närmast kan kallas, totala misslyckanden.

Följande ytor, grupperade efter avgångsorsaker, uppvisar mindre överlevelseprocent än 50 procent efter 3 vegetationsperioder för plantering direkt i marken: torkskador 1959: S.923 och S.936 (Kap. 11), sork-

skador 1961/62: S.944—5, S.1014—15, S.1017—18 (Kap. 15), vårvinterskador 1964: S.1026, S.1028, S.1072, S.1075 och S.1077 (Kap. 16).

20.3. Diskussion och slutsatser

Vegetationens övervägande negativa inverkan på planteringsresultatet har visats på flera sätt: genom att överlevelseprocenten vid plantering avtagit med ökat grästryck, genom att åtgärder för att minska vegetationen ökat överlevelseprocenten samt genom att flera skadeanledningar visat stark korrelation med vegetationsförekomsten. I sistnämnda fall föreligger sannolikt kausalsamband.

Mot förstnämnda sätt att visa vegetationens inverkan kan invändning göras att resultatet endast är en grupperingseffekt. Häremot kan emellertid anföras att såväl när det gäller sorkskador som vårvinterskador — dominerande avgångsanledningar — har det visat sig att vegetationsfattiga ytor belägna intill svårt skadade vegetationsrika ytor utsattes för avsevärt mindre skadegörelse än de vegetationsrika ytorna, BÄRRING (1963 a) och 16.6.

I Kap. 11—16 har vidare resultat av andra undersökningar omnämnts som visat betydelsen av åtgärder för att minska vegetationen vid skogsträdsplantering. Genom egna och andra undersökningar har även ekologiska effekter av olika åtgärder mot vegetationen belysts och diskuterats i dessa kapitel. Det har därvid visat sig att för plantor betydelsefulla, positiva verkningar uppstår om vegetationen avlägsnas, bl. a. med hänsyn till uppkomst av sork- och vårvinterskador.

Mot bakgrund av framlagda fakta erhålles ett starkt stöd för att statistiskt säkerställda utslag till förmån för åtgärder mot vegetationen avspeglar en reell inverkan av denna.

Vegetationen har i undersökningen negativt påverkat planteringsresultatet, bl. a. genom att bilda biotop för åkersork, fördröja övre marklagers uppvärmning på våren samt att kraftigt öka plantavgången under torrår, sannolikt genom uttorkning av marken. Skadorna är ej isolerade företeelser. År 1955 utgjorde sålunda ett svårare torkår än 1959, se SMHI:s månadsöversikt, varvid även planteringar drabbades av skador, ANONYMUS (1955). Sorkskador inom undersökningsområdet är före 1961/62 senast bekanta från 1957/58, H.H. (1958). Vårvinterskador är vidare kända från andra år än 1964, Kap. 16.

Då det visats i Kap. 10 och 17 att olika planteringsmetoder i allmänhet givit likartat resultat i genomsnitt när det gäller plantors överlevande, vilket utslag överensstämmer med resultat från skogsmark, kan den slutsatsen dragas av undersökningen att det stora problemet vid åkerplantering är hur vegetationens negativa effekter på planteringsre-

sultatet skall kunna elimineras. Detta problem är väsentligt viktigare att komma till rätta med än frågan om vilken planteringsmetod som skall användas. Åtgärder mot vegetationen är ett medel att i många fall förbättra planteringsresultatet och synes under vissa förhållanden utgöra förutsättning för ett lyckat planteringsresultat.

Planteringsmetodens betydelse — med den innebörd som lagts i begreppet — synes vid användning av konventionellt plantmaterial i första hand vara av ekonomisk art.

Kap. 21. Utvärdering av undersökningsresultaten

21.1. Tillämpligheten av resultaten

Försöksytorna är utlagda under skiftande ståndortsförhållanden i olika delar av södra Sverige, fig. 5.1. Ytorna torde vidare representera tämligen ordinära förhållanden på den åkerjord som är aktuell för igenplantering. Genom att ytorna anlagts under en följd av år och genom att försöksmetoden inneburit en objektiv utplacering av försöksled torde resultaten ha en viss allmängiltighet och kunna läggas till grund för praktiska rekommendationer. Främst gäller detta representerade områden av landet. Med försiktighet torde dock resultaten äga tillämpning även inom områden där förutsättningarna ej avviker i större utsträckning från representerade delar av landet.

Nederbördsförhållandena har i stort sett varit gynnsamma för plantering under undersökningsperioden, Kap. 8. Under torrare förhållanden torde betydelsen av åtgärder mot vegetationen vara större än vad som genomsnittligt framkommit, jfr 9.1. och 11.3.

21.2. Om användbarheten av olika metoder vid åkerplantering

I det föregående har huvudsakligen tekniken och vissa biologiska förutsättningar vid användning av olika metoder för åkerplantering diskuterats. Då allmänna biologiska förhållanden och organisatoriska förutsättningar för skogsbruk varierar skulle det föra för långt att uppställa detaljanvisningar som täcker alla kombinationer av nämnda förutsättningar. Diskussionen syftar därför främst till att nå fram till allmänna riktlinjer för metoder vid åkerplantering.

Fläckhackning gav i allmänhet högsta överlevelseprocent av undersökta metoder för att minska vegetationens konkurrens, Kap. 19. Från biologisk synpunkt torde metoden främst ifrågakomma på torra och friska marker, jfr 11.1. och 11.7. Om vegetationen utbildat en tjock grässvål uppstår efter fläckhackning en markerad grop, vilket, av skäl som framgår av 11.1., kan göra att metoden är mindre lämplig under dylika förhållanden på styva jordar. På sådana ståndorter torde herbicidanvändning vara mera riskfri genom att grässvålen hålles intakt. Fläckhackning kan även modifieras så att endast den levande vegetationen och en del av grässvålen avlägsnas.

Tidsåtgången vid manuell fläckhackning är många gånger avsevärd.

CALLIN (1962) fann vid studier, delvis i anslutning till försöksytorna, att tidsåtgången för fläckhackning av 3 och 15 dm² stora fläckar med SFI-hacka i medeltal utgjorde respektive 40 och 90 procent av tidsåtgången för plantering av 2/2 granplantor direkt i vegetationen med redskapet. Fläckstorleken 15 dm² motsvarar ungefär den på ytorna använda storleken 4×4 dm. Av 11.5. framgår att grästrycket vid användning av denna fläckstorlek mera avsevärt minskat huvudsakligen på ytor bevuxna med gräsarter med begränsad vegetativ förökningsförmåga, medan på många andra ytor grästrycket föga minskade ens av denna fläckstorlek. Denna omständighet i förening med den dyra arbetskostnaden och det förhållandet att manuell herbicidbesprutning torde ställa sig relativt billig, jfr BÄRRING (1965 a), inskränker användbarheten av manuell fläckhackning till i huvudsak objekt där vegetationen är godartad, men där det är av värde att avlägsna en utbildad vegetationssvål. Fläckstorleken kan här sannolikt göras tämligen liten, jfr BÄRRING (1965 c), varigenom kostnaden hålles nere. Med maskinella hjälpmedel ökar emellertid förutsättningarna för fläckupptagning under lämpliga ståndortsförhållanden. Uppgifter om hektarkostnad för maskinell fläckupptagning, JOHANSSON—NORDENHÄLL (1958), ÅGE (1963), visar att metoden är något billigare än manuell herbicidbesprutning. Den omständigheten att för närvarande två arbetsoperationer erfordras vid maskinell markberedning, förutom själva markberedningsarbetet även planteringsarbetet, som därjämte förutsättes bli manuellt utfört, talar emellertid för att maskinell markberedning vid åkerplantering sannolikt kommer att tillämpas huvudsakligen under särskilda förutsättningar. Dessa kan vara av såväl biologisk som organisatorisk art. Herbicidbesprutning lämpar sig däremot väl vid mekaniserad plantering genom anslutning av besprutningsaggregat till befintliga planteringsmaskiner, jfr KARLBERG (1964). Denna metod tillämpas idag i betydande utsträckning.

Plantering på plöjda tiltor har sin främsta användning på fuktigare marker, där fläckupptagning och herbicidbesprutning är mindre lämpliga, jfr 11.7., 12.4.4. och 13.5.1. Genom att alternativa metoder finns på mineraljord, vilka i flera avseenden synas vara lämpligare, jfr bl. a. 12.6.2., 16.5.2. och Kap. 19, torde metoden mera undantagsvis ifrågakomma på sådan jord. I första hand synes den där vara användbar på lättare jordarter, 12.4.4. Vid tiltplöjning behöver uppmärksamhet riktas särskilt på plöjningsdjupet, jfr 12.4.1. och 16.9.2.2. Undersökningar över mikrometeorologiska förhållanden vid tiltplantering, jfr 16.10., kan möjliggöra att närmare anvisningar över plöjnings- och planteringsutförande skall kunna lämnas, varigenom det blir möjligt att motverka

en försenad uppvärmning på våren av jorden under tiltan, jfr 16.9.2.2. Med hänsyn till risken för vårvinterskador, Kap. 16, synes detta för närvarande utgöra en osäkerhetsfaktor med metoden.

Enbart helplöjning torde vara en otillräcklig metod för att under längre tid märkbart minska grästrycket, 12.6. Under kortare tid synes dock på särskilda ståndorter en för barrträdsplanter värdefull vegetationsminskning kunna åstadkommas, 12.6.3.—4.

Upprepad jordbearbetning under så kallade trädesår, jfr 12.6.3., torde, i den mån avsedd effekt på vegetationen uppnås, ur biologisk synvinkel medföra den optimala lösningen på problem vegetationen orsakar vid åkerplantering. Särskilt med hänsyn till risken för sorkskador äger metoden företräde framför övriga metoder för vegetationsbekämpning. Metoden kräver emellertid påpasslighet och är dyrbar, varför den främst lämpar sig under särskilda förhållanden, till vilka bl. a. kan hänföras vad NOTINI (1964) kallar primära sorkbiotoper, jfr 15.3. Metoden är kanske den enda användbara för att iståndsätta sådana marker, ofta av utmärkta boniteter.

Avlägsnande av matjordslagret är en metod som främst ifrågakommer där efterfrågan på matjord finns. Av 14.4. framgår att bl. a. trädslagsvalet torde vara en viktig fråga i samband med metodens tillämpning.

Metoder, som ej studerats, men som tillämpas, är bl. a. gräsrensning, kontrollerad betning, jfr OKSBJERG (1959), BJÖR (1963), och plantering i skyddssäd. Gräsrensning är en arbetskrävande och dyrbar åtgärd; ej sällan torde kostnaden för gräsrensning enbart under en vegetationsperiod kunna uppgå till kostnaden för t. ex. herbicidbesprutning, jfr BÄRRING (1965 a) och citerade tidsstudier av CALLIN; vidare löser metoden endast konkurrensen ovan jord. Kvar står i 11.1. och Kap. 16 nämnda nackdelar av obrutet växttäck med hänsyn till plantors vattenhushållning och jordtemperaturen. Betning och plantering i skyddssäd kan endast tillämpas under särskilda förutsättningar. Den förstnämnda metoden har dessutom svagheter som sist nämndes beträffande gräsrensning.

Indirekt kan planteringsresultatet förbättras genom lämpligt trädslagsval, 14.3. Tall synes sålunda vara känsligare än gran för grästryck, varför förstnämnda trädslaget främst är användbart på vegetationsfattiga lokaler. Om speciella skäl motiverar användning av trädslaget på vegetationsrika objekt är åtgärder mot vegetationen särskilt betydelsefulla.

Användning av »stora» planter är en avvägningsfråga mellan kostnadsökning och förväntade fördelar. Genom åtgärden torde emellertid

i första hand vegetationens negativa inverkan ovan jord i viss utsträckning kunna elimineras. Kvar står ovan nämnda nackdelar av oförändrad vegetation. Resultat redovisade i 14.2. synes vidare utvisa att fördelarna av storleksökning utöver en viss planthöjd i allmänhet torde bli begränsade med gängse plantmaterial. Under vissa förhållanden, jfr 14.2., kan påtagliga fördelar uppnås, t. ex. på frostlänta lokaler.

Valet av förfaringssätt vid plantering av stubbåkrar underlättas om vegetationsutvecklingen kan förutses. Kunskap om odlingshistoriken och iakttagelser rörande förekomst av bottenvegetation vid planteringen kan vara vägledande härför, jfr Kap. 18.

Hittills har huvudsakligen direkta och även indirekta metoder för att minska vegetationens negativa verkningar vid åkerplantering berörts. Det finns emellertid goda möjligheter att till en del eliminera vegetationens verkningar genom förebyggande åtgärder. Redan då jordbruk står inför nedläggning bör den areal som är avsedd för skogs-trädsplantering planteras innan en svårbemästrad ogräsflora infunnit sig, jfr BÄRRING (1962, 1963 a). I ett kombinerat jord- och skogsbruk kan det vidare under vissa förhållanden väl tänkas att ett upphörande av en extensiv jordbruksdrift några år tidigare än planerat kan vara lönsamt genom att en billig och säkerställd skogsplantering möjliggöres.

När det gäller planteringsmetoden torde valet av manuella metoder i allmänhet ha mindre betydelse ur biologisk synpunkt. I första hand synes tidsåtgången vara bestämmande för metodvalet. Plantering med SFI-hacka, CALLIN—HANSSON (1959), synes från denna synpunkt vara en fördelaktig metod. Denna har även givit någon liten tillväxtökning i jämförelse med borrhäcksplantering, Kap. 10. Resultaten av maskinplantering, Kap. 17, visar emellertid att denna metod, inte minst ur rationaliseringssynpunkt, är förtjänt av användning där förutsättningarna är goda. En svaghet synes dock vidlåda metoden, nämligen en viss benägenhet för uppsprickning av planteringsskåran under längre torrperioder. Särskilt styva jordar förefaller vara utsatta för denna olägenhet.

I Kap. 7 framhölls att för att på ett rättvisande sätt kunna utvärdera jämförda försöksled erfordrades att inga biologiska inflytelser efter valt värderingstillfälle och fram till omloppstidens slut omkastar det ekonomiska resultatet av jämförelsen. Vad som är bekant eller framkommit i undersökningen i denna fråga ger emellertid ej anledning att ändra gjorda värderingar.

I undersökningen har vissa frågor ej kunnat upptagas till systematisk utredning. Sådana är bl. a. behovet av gödsling på speciella ståndorter samt metoder för att minska verkningarna av sena vårfroster.

Sistnämnda problem har dock berörts i 11.1., 16.9.2.1. och 16.11. På vissa typer av torvmarker visar TAMM (1962) att betydande tillväxt-effekter av gödsling kan uppnås. Ett flertal tillämpningsfrågor uppstår, bl. a. med hänsyn till plantors tolerans av lättlösliga gödningsmedel, jfr MORK (1961), varför en uppföljning av de möjligheter gödsling innebär på nämnda ståndorter är behövlig.

Av undersökningen har behovet av forskning framgått även i flera andra för metodvalet vid åkerplantering betydelsefulla frågor. Här hänvisas endast till sorkproblemet, berört i Kap. 15, och vårvinterskadorna berörda i Kap. 16. De problemställningar som dragits upp i dessa kapitel är av betydelse inte enbart vid åkerplantering utan vid skogsföryngring överhuvudtaget.

Kap. 22. Allmän sammanfattning

Undersökningen har omfattat försöksutläggning under åren 1959—1965. Under denna period utlades 75 försöksytor (73 gran, 2 tall) i södra och mellersta delarna av landet, Kap. 5. Metoder vid anläggning och revision av ytor framgår av Kap. 4.

I undersökningen har främst planteringsresultatet studerats, Kap. 3.

Avsikten med undersökningen var att utreda sådana frågor som, i jämförelse med plantering på skogsmark, kunde anses vara särpräglade för åkermark. Huvudvikten lades på problem vid metoder som ansågs ha störst förutsättningar att bli rutinmässiga vid igenplantering av nedlagd åker, Kap. 3. Med kännedom om förhållandena på skogsmark inriktades undersökningen från början på metoder att minska vegetationens konkurrens med barrträdsplantor. Därjämte berördes bl. a. olika planteringsmetoder, vari även maskinplantering med befintliga aggregat ingick, Kap. 10 och 17.

Följande direkta metoder för att minska vegetationens konkurrens undersöktes: fläckhackning (Kap. 11), plöjningsmetoder (Kap. 12) samt herbicidanvändning (Kap. 13). Dessutom berördes borttagning av matjord (14.4.). Indirekta metoder undersöktes även: plantstorleksval (14.2.) samt trädslagsval (14.3.).

Under undersökningsperioden utsattes försöksytorna för två stora kalamiteter, som drabbade ett flertal ytor, sorkskador 1961/62 samt klimatiskt betingade skador (vårvinterskador) vårvintern 1964. Försöksutläggningen möjliggjorde att på ett reproducerbart sätt närmare undersöka skadorna och deras fördelning på olika försöksled, Kap. 15—16.

Vårvinterskadors fördelning på försöksled gav anledning att genomföra vissa mikrometeorologiska undersökningar över lufttemperatur, jordtemperatur och tjäldjup, 16.9.2., jämte undersökningar över granplantors näringstillstånd, 11.6. och 13.8.

Olika metoder för att minska vegetationens konkurrens jämfördes på ett antal ytor, Kap. 19.

Vegetationens inverkan på planteringsresultat jämte betydelsen av åtgärder mot vegetationen behandlas i Kap. 20 och 13.9.

Undersökningsresultatens tillämpbarhet, användbarheten av olika metoder för att minska vegetationens konkurrens med barrträdsplan-

tor jämte allmänna synpunkter på lämpliga metoder vid åkerplantering diskuteras i Kap. 21.

Undersökningens huvudresultat sammanfattas nedan.

1. Inga signifikanta skillnader förelåg i genomsnitt mellan några vanliga, manuella planteringsmetoder beträffande gran- och tallplantors överlevande vid plantering direkt i marken, Kap. 10. På enstaka ytor erhöles signifikanta utslag för planteringsmetod. Utslagen var dock ej enhetliga. Signifikanta skillnader rörande granplantors överlevande erhöles ej heller vid jämförelse av borrhplantering och maskinplantering, vare sig jämförelsen utfördes med eller utan herbicidanvändning, Kap. 17.

SFI-plantering och plantering i öppen grop gav för tall och gran en höjdtillväxt efter 3 vegetationsperioder som med 2—8 procent översteg höjdtillväxten för borrhplantering. Skillnaden var signifikant (5 %) för gran i jämförelsen SFI-plantering — borrhplantering.

Maskinplanterade granplantors tillväxt var signifikativt (1 %) större än borrhplanterade plantors tillväxt efter 3 vegetationsperioder, såväl vid plantering utan som med herbicidbesprutning av vegetationen. Tillväxtökningen var anmärkningsvärt stor och uppgick efter 3 vegetationsperioder till 33 respektive 13 procent av borrhplanterade plantors tillväxt.

2. Fläckhackning, tiltplöjning och herbicidbesprutning ökade signifikativt granplantors överlevande och tillväxt, Kap. 11—13. Även tall påverkades positivt av metoderna. Jämförelse mellan metoderna, Kap. 19, synes utvisa att fläckhackning i allmänhet haft det fördelaktigaste inflytandet på överlevelseprocenten, medan herbicidbehandling gynnsammast påverkat höjdtillväxten.

Stimulering av plantors höjdtillväxt genom åtgärderna inträffade i allmänhet först 2:a vegetationsperioden efter plantering.

Barranalyser, 11.6., visar att näringshalten (N, K, P, Mg) i årsbarr hos granplantor planterade i fläckhackningsruta ej uppvisade stora skillnader i förhållande till näringshalten hos plantor satta direkt i vegetationen. Såväl smärre ökning som minskning av haltarna förekom på olika ytor. Trots detta var höjdtillväxten året efter provtagning större på alla undersökta ytor för plantor i fläckhackningsruta.

3. Vid tiltplantering undersöktes bl. a. inverkan av plöjningstidpunkt (höst eller vår) och tiltjocklek, Kap. 12. Utslag för faktorerna erhöles främst beträffande granplantors höjdtillväxt. Denna var efter 2 vegetationsperioder på mineraljord signifikativt (1 %)

större vid plantering på tunna tiltor, som medgav att en del av rotsystemet placerades i marklager under tiltan, än vid plantering på tjocka tiltor där rotsystemet placerades inom tiltan. På mineraljord förelåg små skillnader i höjdtillväxt vid plantering på höstplöjda eller vårplöjda tiltor. Försöksmaterialet är litet på torvjord. Resultaten antyder att förhållandena i nämnda avseenden kan vara annorlunda på denna jordartstyp.

Olika sätt att placera plantor vid tiltplöjning undersöktes. Inga av prövade alternativ uppvisade bättre resultat än plantering på tunna, enkla tiltor. Den största tillväxteffekten erhöles med detta förfaringssätt på lätta jordar. På styva jordar, inkluderande även matjordslagret, synes plantor på tiltan ha haft startsvårigheter.

Grästrycket minskade signifikativt (0,1 %) av tiltplöjning. Minskningens omfattning var i genomsnitt måttlig och syntes sammanhånga med bl. a. vegetationens artsammansättning, jfr punkt 4 nedan.

Mikrometeorologiska mätningar, 16.9.2.1., visar att luftens minimitemperatur var högre på 10 och 25 cm höjd över tiltan än på motsvarande nivå över markyta. Detta torde förklara att på två försöksytor plantor på tiltan skadats mycket litet av vårfröst vid skottskjutningen till skillnad från plantor satta i markytans nivå, 16.9.2.1.

4. På helplöjda ytor, belägna intill oplöjda ytor, erhöles i allmänhet bättre planteringsresultat med gran än på sistnämnda ytor.

Minskning av grästrycket efter 1 vegetationsperiod uppnåddes i huvudsak endast på ytor bevuxna med gräsart utan vegetativ förökningsförmåga. Gynnsam vegetationsförändring var dock av kort varaktighet, en vegetationsperiod. På ytor bevuxna med gräsarter med vegetativ förökningsförmåga erhöles ej någon påtaglig minskning av vegetationens konkurrens.

5. Olika aspekter av besprutning av vegetationen med herbicider undersöktes, Kap. 13: inverkan av skilda herbicider och doseringar på plantor och vegetation vid olika exponering av plantor, jordartens och markfuktighetens inverkan, planteringsmetodens betydelse vid användning av olika herbicidtyper på olika jordar, inverkan av nedvissnat fjolårsgräs på besprutningseffekten. Med ledning av erhållna resultat uppställas riktlinjer för användning av herbicider vid åkerplantering, 13.11. Genom undersökningarna har uppmärksamhet riktats på atrazin som tidigare använts och rekommenderats i ringa utsträckning i landet. Herbiciden har visat sig besitta värdefulla egenskaper.

Barranalyser utvisade att kvävehalten i årsbarr hos granplanter planterade på vegetationsbevuxna lokaler ökat upp till 80 procent efter en vegetationsperiod av besprutning av vegetationen i fläckar runt plantor. Ökningen var signifikant (1 %). Kalium, fosfor och magnesium visade vanligen små och insignifikanta förändringar, som dessutom varierade i olika riktning på olika ytor. Starka korrelationer förelåg mellan kvävehalt och tillväxt året efter besprutning och provtagning, mellan besprutningseffekt och kvävehalt samt mellan besprutningseffekt och tillväxt.

6. Plantsortiment av gran, erhållet genom utsortering av de största plantorna ur ett antal ytors plantparti, gav, planterade direkt i marken, efter 5 vegetationsperioder likvärdigt planteringsresultat vid jämförelse med respektive ytors normalplanter, 14.2. Den höjdskillnad som existerade mellan plantsortimenten vid plantering var i genomsnitt oförändrad efter 5 år.
7. Gran gav i genomsnitt efter 2 och 3 vegetationsperioder signifikativ (1 och 5 %) större överlevelseprocent än tall på ytor som undgått en speciell skadegörelse, vårvinterskador, 14.3. Skillnaden mellan trädslagen i överlevelseprocent tilltog med ökad vegetationssvårighet.
8. På en styv lera visade granplanter en underlägsen utveckling på område där matjorden avlägsnats i jämförelse med utvecklingen på område där matjorden var intakt, 14.4. Inblandning av matjord som fylljord påverkade varken gran- eller tallplantors utveckling. Efter 5 vegetationsperioder var granplantors kondition nedsatt där matjorden avlägsnats. Tallplanter utvecklades tämligen normalt även på detta område.
9. Det starka sambandet mellan sorkskadors utbildning och vegetationens riklighet belyses ytterligare, utöver vad som visats i preliminär bearbetning 1963 av inträffade skador under massförökningsåret 1961. Ett starkt samband visade sig bestå mellan sorkskadors omfattning hösten 1962 och överlevelseprocenten 1963 eller 1964.

Redan 1963 visades att granplanter på tilla skadades i något större utsträckning än planter satta i markyta. Skillnaden visas här vara insignifikant. Planter på tilla synes emellertid ha övervunnit sorkskadorna avgjort bättre än planter i grässvålen, vilket resulterade i högre överlevelseprocent 1963 eller 1964 för plantorna på tilla.

10. Vårvintern 1964 utsattes granplanter för en speciell skadegörelse i södra Sverige, Kap. 16. Skadorna yttrade sig i att större eller

mindre delar av barrmassan rödfärgades och föll till marken. Skadorna benämnes vårvinterskador.

På försöksytor som utsatts för skadegörelsen existerade genomgående och stora skillnader mellan försöksled i skadors utbildning vid revision i maj 1964.

Revisionsresultaten sammanfattas i 16.13. Det visas att planterade planterade efter metoder (fläckhackning och herbicidbesprutning) som minskat vegetationen runt plantorna skadades avsevärt och signifikativt mindre än planter satta direkt i gräset. Planter på tilla uppvisade varierande skadeomfattning och i genomsnitt likvärdiga skador med planter i grässvål.

För övrigt undersöktes skadeutbildning efter plantering med olika planteringsmetoder, efter användning av olika plantstorlekar och trädslag (tall och gran) samt på planter av samma härstamning planterade olika lång tid före skadetillfället, se 16.5. och 16.13.

Som skadeanledning diskuteras svampangrepp och väderleksinflytanden. Inga i landet kända svampar ger en angreppsbild som överensstämmer med skadesymptomen. Med hjälp av data från SMHI:s stationer visas att inget enskilt meteorologiskt element, som kan antagas ha haft betydelse för skadeutbildningen, var särpräglad vintern 1963/64 i jämförelse med andra vintrar från och med 1961. Däremot skiljer sig vårvintern 1964 från övriga undersökta vintrar genom närvaro av ett långvarigt högtryck, samtidigt som tjälad barmark var rådande.

Litteraturstudier visar att under liknande väderleksbetingelser har skador, som mycket liknar dem 1964, uppträtt på barrträdsplanter såväl inom som utom landet. Skadorna kallas ömsom frostskaador, ömsom frosttorka eller uttorkningsskador.

För att om möjligt finna en förklaringsgrund till vegetationens roll för skadors utbildning utfördes mikrometeorologiska mätningar över luft- och jordtemperatur jämte tjäldjup under åren 1964—1966, 16.9.2. Mätningarna jämte andra citerade undersökningar visar att vegetationsfri mark torde bli tjälfri i övre marklager tidigare på våren än vegetationsklädd mark. Temperaturförhållandena i marken vid tiltplöjning synes dock, särskilt under tiltan, vara komplicerade och beroende av ett flertal förhållanden, bl. a. tiltjockleken.

Fysiologiska faktorer bakom vinterhärdighet diskuteras i 16.8.3. och 16.10. Det framkom av litteraturstudierna att tjäle mer eller

mindre synes reglera viktiga fysiologiska processer av betydelse för vinterhärdighet.

Ett starkt stöd för tjälens roll och därmed indirekt vegetationens betydelse för skadeutbildningen 1964 erhålles härigenom. Samtidigt göres troligt att indirekta effekter av att vegetationen avlägsnats i form av påverkan av granplantors näringstillstånd eller rottillväxt sannolikt ej kan utgöra hela förklaringen till minskad skadegörelse genom vegetationens avlägsnande.

Med ledning av funna resultat och diskussioner behandlas de praktiska konsekvenserna i 16.12.

11. I 13.9. och Kap. 20 visas att ett starkt samband förelåg mellan vegetationens svårighetsgrad och överlevelseprocenten vid plantering av gran vare sig särskilda åtgärder mot vegetationen vidtagits eller ej. Överlevelseprocenten låg på en högre nivå och avtog ej så snabbt med ökad vegetationsförekomst om plantering kombinerades med åtgärd för att minska vegetationen som om plantering skett utan att kombineras med sådan åtgärd.

I 20.3. göres troligt att ett orsakssammanhang föreligger mellan vegetationens svårighetsgrad och gran- och tallplantors överlevande.

I 20.2. framhålles att den stora betydelsen av åtgärder mot vegetationen är att såväl en högre överlevelseprocent erhålles, som ett jämnare planteringsresultat genom att antalet misslyckade planteringar avsevärt minskas. I undersökningen uppvisade sålunda 25 procent av försöksleden med plantering direkt i vegetationen mindre överlevelseprocent än 50 procent, medan knappt 10 procent av försöksleden kombinerade med åtgärder mot vegetationen uppvisade detta resultat.

12. Av undersökningen drages slutsatsen att vegetationens direkta och indirekta verkan på gran- och tallplantor utgör ett av de stora hindren för framgångsrik åkerplantering.

ANFÖRD LITTERATUR

- AALTONEN, V. T., 1948. Boden und Wald. — Berlin. [G.]¹
- AGERBERG, L. S., 1948. Snö och tjäle. — Grundförbättring, 2: 235. [Sw.]
- ALDHOUS, J. R., 1965. Chemical control of weeds in the forest. — For. Comm., Leaflet. 51.
- ALKÄMPER, J., 1967. Der Einfluss der Pflanzen auf die Inaktivierung von Bodenherbiziden am Beispiel von Simazin und Atrazin. — Mitt. aus d. Biol. Bund. anst. f. Land- u. Forstw.sch. Berlin-Dahlem, Heft 121: 195. [G. e.]
- ALLEN, G. P., 1965. The ability of paraquat, dalapon and amitrole-T to kill an *Agrostis/Lolium* pasture. . . — Weed Res., 5: 237. [E.e.f.g.]
- AMANN, H., 1930. Birkenvorwald als Schutz gegen Spätfroste. — Forstw. Centr.bl., 52: 493, 581. [G.]
- ANDERSSON, E., 1965. Cone and seed studies in Norway spruce. — Stud. For. Suec., nr 23. [E.e.sw.]
- ANDERSSON, G., 1905. Om talltorkan i öfra Sverige våren 1903. — Medd. fr. St. skogsförs.-anst., 2: 49. [Sw.g.]
- ANDERSSON, S., 1964 a. Undersökningar av tjälbildning, tjäldjup och tjälavsmältning i olika åkermarker med och utan naturligt snötäcke. — Grundförbättring, 17: 187. [Sw.sw.e.]
- , 1964 b. Om tjälen, dess struktur och djup. — Kumla Foder & Utsädes AB, Kumla. [Sw.]
- ANONYMUS, 1925. Trädorna. — Skogsägaren, 1: 59. [Sw.]
- , 1955. 1955 års torkskador inom skogsbruket. — Skogen 42: 405. [Sw.]
- , 1966. Fryseforsök. — D. Norske Skogf.v. virksomh. 1 januari—31 desember 1965, sid. 42. [Nor.]
- ARKIN, H. — COLTON, R., 1957. Statistical methods (15:th ed.). — New York.
- ARMON, K. A., 1958. The effect of two planting methods on the survival and growth of White spruce (*Picea glauca*) in eastern Ontario. — For. Chron., 34: 376.
- ARNBERG, T., 1956. Trädplantornas rotsystem. — Sv. skogsv.för. tidskr., 54: 95. [Sw.]
- , 1959. Plantkondition och tillväxt; ett försök belysande 2/0 tallens skottutveckling och dess beroende av plantans behandling. — Norrl. skogsv.förb. tidskr., sid 22. [Sw.]
- ARONSSON, G., 1948. Om frostsckador på granplantor. — Skogen, 35: 160. [Sw.]
- ASHTON, F. M. — ZWEIF, G. — MASON, G. W., 1960. The effect of certain triazines on $C^{14}O_2$ fixation in red kidney beans. — Weeds, 8: 448.
- AUDUS, L. J., 1964. Herbicide behaviour in the soil. II. Interactions with soil micro-organisms. — The physiology and biochemistry of herbicides, sid. 163, red. av L. J. Audus — London.
- AULITZKY, H., 1961. Die Bodentemperaturen in der Kampfzone oberhalb der Waldgrenze und im subalpinen Zirben-Lärchenwald. — Mitt. d. Forstl. Bundes-Vers.anst. Mariabrunn, 59: 153. [G.g.]
- BAKHUIS, J. A., 1960. Estimating pasture production by use of grass length and sward density. — Netherl. Journ. of Agric. Sc., 8: 211.
- BARELMAN, H., 1963. Bodenbearbeitung, Düngung und Baumartenwahl bei der Ödland-aufforstung im Emsländerschliessungsgebiet. — Allg. Forstz.schr., 18: 649. [G.]
- BARTELS, J., 1933. Verdunstung, Bodenfeuchtigkeit und Sickerwasser. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 65: 204. [G.]
- BAUMGARTNER, A., 1963. Meteorologische Rückschau auf den strengen Winter 1962/63. — Allg. Forstz.schr., 18: 353. [G.g.]
- BAYER, D. E. — YAMAGUCHI, S., 1965. Absorption and distribution of diuron — C^{14} . — Weeds, 13: 232.
- BELKOV, V. P. — SHUTOV, I. V., 1964. Herbicides for maintenance work in plantations. — Les. Khoz., 17: 33. [Russ.]. Från Weed Abstr., 15: [484].

¹ Se Guide to the use of Forestry Abstracts (2nd ed.), 1958, sid. 6.

- BENNINGHOFF, W. S., 1952. Interaction of vegetation and soil frost phenomena. — Arctic, 5: 34.
- BENZIAN, B., 1966. Effects of nitrogen and potassium concentrations in conifer seedlings on frost damage. — Roth. Exp. Sta., Rep., 1965: 58.
- BERGMANN, J.-H., 1963. Beiträge zum Einsatz von W6658 auf Kulturflächen. — Die Soz. Forstw.sch., 13: 46. [G.]
- , 1964. Resistenzuntersuchungen an drei- und fünfjährigen Kiefernssämlingen gegenüber den Herbiziden Omnidel-Spezial (Dalapon), Herbicid Leuna M (MCPA) . . . — Arch. f. Forstw., 13: 691. [G.g.russ.e.]
- BERGSTEDT, B., 1965. Distribution, reproduction, growth and dynamics of the rodent species *Clethrionomys glareolus* (Schreber), *Apodemus flavicollis* (Melchior) and *Apodemus sylvaticus* (Linné) in southern Sweden. — Oikos 16: 132. [E.e.russ.]
- BERGSTRÖM, U., 1948. Smågnagarna. — Svenska djur. Däggdjuren. — Uddevalla. [Sw.]
- BESKOW, G., 1935. Tjälbildningen och tjällyftningen. — St. väginst., Medd. 48. [Sw.sw.e.e.]
- BJÖR, K., 1963. Beitingens virkning på skogen, speciellt i foryngelsefasen. — Beiteundersökkelser på skogsmark av Björ, K. — Graffer, H. — Gjøvik. [Nor.nor.e.e.]
- , 1965 a. Temperaturgradientens betydning for vannhusholdningen i spiresjikt og rotsone. — Norsk Skogbr., 11: 375. [Nor.]
- , 1965 b. Temperaturgradientens betydning for vannhusholdningen på skogsmark. — Medd. fr. D. Norske Skogfors.v., 20: 273. [Nor.nor.e.e.]
- BJÖRKMAN, C. A. T., 1877. Handbok i skogsskötsel. — Stockholm. [Sw.]
- BJÖRKMAN, E., 1959. Älgen som finsmakare. — Skogen, 46: 293. [Sw.]
- 1959. Ny svampsjukdom i skogsträdsplantaskolor. — Skogen, 46: 292. [Sw.]
- BOAS, C. J., 1964. Praktiske erfaringer vedrørende kemisk ukrudtsbekæmpelse i skovbruget. — Skovbr.tid., 50: 85. [Dan.dan.]
- BOLIN, P., 1927. De svenska gräsen. — Stockholm. [Sw.]
- , 1933. Åkergräsen. — Stockholm. [Sw.]
- BONNIER, G. — TEDIN, O., 1940. Biologisk variationsanalys. — Stockholm. [Sw.]
- BORNEBUSCH, C. H., 1941. Forsøg med rødgranplantning efter forskellige metoder. — Dansk Skovf. Tidsskr., 26: 97. [Dan.]
- LADEFOGED, K., 1940. Hvidgranens og Sitkagranens dødelighed i hede- og klitplantager i 1938 og 1939. — Det Forstl. Forsøgsv., 40: 209. [Dan.g.]
- BRAMBELL, F. W. R., 1958. Voles and field mice. — For. Comm., Leaflet, 44.
- BREKKEN, P., 1965. Plantetidsforsøk med 2/2 gran på Vestlandet. — Tidsskr. f. Skogbr., 73: 330. [Nor.]
- BRIAN, R. C., 1964. The classification of herbicides and types of toxicity. — The physiology and biochemistry of herbicides, sid. 1, red. av L. J. Audus — London.
- BROWN, D., 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. — Commonw. Bur. Past.a. Field Cr., Bull. 42. — Bucks, England.
- BUCHHOLTZ, K. P., 1963. Use of atrazine and other triazine herbicides in control of quackgrass in corn fields. — Weeds, 11: 202.
- , 1965. Factors influencing oat injury from triazine residues in soil. — Ibid., 13: 362.
- BURCKHARDT, H., 1858. Säen und Pflanzen (2:te Aufl.). — Hannover. [G.]
- BURNSIDE, O. C. — SCHMIDT, E. L. — BEHRENS, R., 1961. Dissipation of simazine from the soil. — Weeds, 9: 477.
- BURSCHER, P., 1961. Untersuchungen über das Verhalten von simazin im Boden. — Weed Res., 1: 131. [G.g.e.f.]
- , 1963. Das Verhalten der forstlich wichtigen Herbizide im Boden. — Forstarch., 34: 221. [G.]
- BYLTERUD, A., 1958. Ugrasbekjempelse med kjemiske midler på plantefelter. — Norsk Skogbr., 4: 347. [Nor.]
- BÄRRING, U., 1962. Plantering på inägojord. — Skogen, 49: 214. [Sw.sw.]
- , 1963 a. Sorkskador på tall- och granplanter under 1961—1962. — Sv. skogsv.för. tidskr., 61: 1. [Sw.sw.e.e.]
- , 1963 b. Taxering av maskinplanteringar i Södermanlands län. — Opublic. (Stencil.) [Sw.]
- , 1965 a. Om användning av herbicider vid åkerplantering. — Skogen, 52: 196. [Sw.]
- , 1965 b. Behandling av lövträdsvegetation med herbicider. — Stud. For. Suec., nr 25. [Sw.sw.e.e.]
- , 1965 c. Om fläckupptagningens betydelse och några andra problem vid plantering av tall och gran. — Stud. For. Suec., nr 24. [Sw.sw.e.e.]

- BÖRNER, H., 1960. Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem. — *Bot. Rev.*, 26: 393.
- CALLIN, G., 1962. Tidsåtgången vid plantering på nedlagda åkrar och betesmarker. — *Skogen*, 49: 157. [Sw.e.e.]
- HANSSON, J.-E., 1955. En orienterande studie över tidsåtgången vid plantering. — *Skogen*, 42: 162. [Sw.sw.e.]
- , 1959. Plantering av tall och gran. — *Medd. fr. St. skogsf.inst.*, 48, nr 8. [Sw.sw. e.e.]
- CARVELL, K. L. — BERTHY, H. P., 1965. The use of herbicides in forest management practices in West Virginia. — *W. Virg. Agric. Exp. Sta., Circ.* 115.
- CAYFORD, J. H. — JARVIS, J. M., 1963. Furrowing and sheltering to improve early survival of planted Red pine on dry sites, southeastern Manitoba. — *Tree Planter's Notes*, 59: 21.
- CHAMBERLAIN, E. W., 1963. The movement and persistence of two triazine compounds as affected by moisture and soil types. — *Res. Progr. Rep., West. Weed. Contr. Conf.*, sid. 90.
- COCHRAN, W. G., 1963. Sampling techniques (2nd ed.). — New York.
- COX, G. M., 1957. Experimental designs (2nd ed.). — New York.
- COMES, R. D. — TIMMONS, F. L., 1965. Effect of sunlight on the phytotoxicity of some phenylurea and triazine herbicides on a soil surface. — *Weeds*, 13: 81.
- COOKE, G. N., 1967. The control of soil fertility. — London.
- COULIANOS, C.-C., 1962. Djur och mikroklimat. — *Zool. Revy*, 24: 58. [Sw.e.e.]
- JOHNELS, A. G., 1962. Note on the subnivean environment of small mammals. — *Ark. f. Zool., Ser. 2, Band 15*, nr 24.
- CRAFTS, A. S., 1961. The chemistry and mode of action of herbicides. — New York.
- , 1964. Herbicide behaviour in the plant. — The physiology and biochemistry of herbicides, sid. 75, red. av L. J. Audus. — London.
- HARVEY, N. A., 1955. Weed control by soil sterilization. — *Calif. Agr. Exp. Stat., Circ.* 446.
- ROBBINS, W. W., 1962. Weed control. — New York.
- YAMAGUCHI, S., 1960. Absorption of herbicides by roots. — *Am. Journ. of Bot.*, 47: 248.
- CURTIS, O. F., 1965. Weeding apple orchards. — *Farm Res.*, 30: 12.
- DALBRO, K., 1960. Temperaturmålinger over og under jordoverfladen ved Statens Forsøgsstation Blangstedgaard 1935—1958. — *Tidskr. f. Landok.*, sid. 197. [Dan.]
- DANIELSSON, U., 1918. Anteckningar om de öländska skogarnas historia och utveckling. — *Skogsv.för. tidskr.*, 16: 201. [Sw.]
- DAY, W. R. — PEACE, T. R., 1937 a. Spring frosts. — *For. Comm., Bull.* 18.
- , 1937 b. The influence of certain accessory factors on frosts injury to forest trees. — *Forestry*, 11: 13, 92.
- DIETRICHSON, J., 1964. Proveniensproblemet belyst ved studier av vekstrytme og klima. — *Medd. fr. D. Norske Skogförs.v.*, 19: 499. [Nor.nor.e.e.]
- DOLL, C. C., 1960. Chemical weed control in young grapes. — *Weeds*, 8: 368.
- DUFFIELD, J. W., 1956. Damage to western Washington forests from November 1955 cold wave. — *Pac. Nthw. For. a. Range Exp. Sta., Res. Note* 129.
- DUNHAM, R. S., 1965. Herbicide manual for noncropland weeds. — *U.S. Dep. of Agric., Agric. Handb.* 269.
- DYBECK, W., 1928. Något om sådd och plantering av skog. — *Skogen*, 15: 261. [Sw.]
- EADIE, W. R., 1953. Response of *Microtus* to vegetative cover. — *Journ. of Mammal.*, 34: 263.
- EBELING, F., 1961. Vindens betydelse för skogens avverkning och föryngring särskilt i de norrländska höjdlägena. — *Norrl. skogsv.förb. tidskr.*, sid. 169. [Sw.]
- EBERMAYER, E., 1873. Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. — Aschaffenburg. [G.]
- EDWARDS, M. V., 1962. Peat afforestation. — *Proc. Fifth World. For. Congr.*, sid. 606.
- ATTERSON, J. — HOWELL, R. S., 1963. Wind-loosening of young trees on upland heaths. — *For. Comm., For. Rec.* 50.
- EICHE, V., 1962. Nya aspekter på plantavgång och bristande vinterhårdighet i norrländska tallkulturer. — *Skogen*, 49: 423. [Sw.]
- , 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. — *Stud. For. Suec.*, nr 36. [E.e.sw.]
- EHLERS, 1965. Erfahrungen beim Einsatz von ATA und Dalapon in Nadelholzkulturen. — *Allg. Forstz.schr.*, 20: 294. [G.]

- EKSTRÖM, G., 1926. Klassifikation av svenska åkerjor­dar. — Sv. Geol. Unders., Ser. C., Avh. o. upps., N:o 345, Årsbok 20, 1926. [Sw.]
- , 1953. Åkermarkens matjordstyper. — Atlas över Sverige. — Stockholm. [Sw.e.e.]
- ENGSTRÖM, G. — STENMARK, A., 1963. Bekämpning av sork i större skala. Försök 1961—1962. — Skogen, 50: 110. [Sw.]
- ERIKSSON, K., 1955. Svältornas omdaning. — Skogen, 42: 28. [Sw.]
- ERNSTSON, M., — HADDERS, G., 1948. Skadegörelse å granplanter genom uttorkning under vårvintern 1947. — Sv. skogsv.för. tidskr., 46: 310. [Sw.sw.]
- EVENSTAD, O., 1881. Et saersyn af tørke paa furruen. — Den Norske Forstfor. Aarb., sid. 127. [Nor.]
- FABER, H., 1962. Die Unkrautbekämpfung in Forstkulturen. — Gesunde Pflanz., 14: 190. [G.e.]
- FAIL, H., 1956. The effect of rotary cultivation on the rhizomatous weeds. — Journ. of Agric. Engineer. Res., 1: 68.
- VON FEILITZEN, H., 1913—1915, 1917. Svenska Mosskulturföreningens kulturförsök i Jönköping vid Flahult och Torestorpsmossen. — Sv. Mosskulturför. tidskr., 27: 338; 28: 393; 29: 441; 31: 16, 327. [Sw.]
- FOY, C. L., 1964. Volatility and tracer studies with alkylamino-s-triazines. — Weeds, 12: 103.
- FRANCK, O., 1936. Undersökningar rörande sambandet mellan tjälbildning och grundvattendjup samt tjälningdjupet i odlade marker inom olika delar av landet. — Centr.-anst. f. försöksv. på jordbr.omr., Medd. 462. [Sw.sw.e.]
- FRANK, F., 1956. Grundlagen, Möglichkeiten und Methoden der Sanierung von Feldmausplagegebieten. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pfl.sch.d., 8: 147. [G.g.]
- FRANSSILA, M., 1960. On the measurement of soil temperature in forests and swamps. — Ilmatiet. Keskusl. Toim., nr 52.
- FRASER, A. I., 1962. The soils and roots as factors in tree stability. — Forestry, 35: 117.
- , 1963 a. Wind studies. — For. Comm., Rep. on For. Res. 1962: 41.
- , 1963 b. Wind tunnel studies of the forces acting on the crowns of small trees. — Ibid.: 178.
- FREEMAN, F. W. — WHITE, D. P. — BUKOVAC, M. J., 1964. Uptake and differential distribution of C¹⁴-labeled simazine in red and white pine seedlings. — For. Sc., 10: 330.
- FRYER, J. D. — HOLLY, K., 1965 a. A classification of herbicides and herbicide treatments. — Weed control handbook (4th ed.), sid. 1, red. av E. K. Woodford — S. A. Evans — Oxford.
- , 1965 b. The formulation and properties of herbicides. — Ibid., sid. 15.
- FURTICK, W. R., 1961. Use of soil herbicides in forestry. — Herbicides and their use in Forestry, sid. 93. — Oreg. St. Univ., Symp., Sept. 7—9, 1961.
- GANDAH, R., 1957. Bestämning av tjälgräns i mark med enkel typ av tjälgränsmätare. — Grundförbättring, 10: 7. [Sw.]
- GAST, A., 1958. Simazin. — Allg. Forstz.schr., 13: 261. [G.]
- , 1959. Opublicerat arbete, behandlat av Gysin, H. — Knüsli, 1960.
- , 1962. Beiträge zur Kenntnis des Verhaltens von Triazininen im Boden. — Mededel. Landb.hogeschool. Gent, 27, 3: 1252. [G.g.e.f.]
- GEIGER, D. R., 1964. The effect of low stem temperatures and stem incisions on the translocation of water. — The Ohio Journ. of Sc., 64: 409.
- GEIGER, R., 1926. Spätfröste auf den Frostflächen bei München. — Forstw. Centr.bl., 48: 279. [G.]
- , 1961. Das Klima der bodennahen Luftschicht (4:te Aufl.). — Braunschweig. [G.]
- FRITZSCHKE, G., 1940. Spätfrost und Vollumbruch. — Forstarch., 16: 141. [G.]
- GEIGY, 1959 a. Atrazin. — Stencil 23.3.59. [G.]
- , 1959 b. Simazin/Holzgewächse. — Stencil 2.4.59. [G.]
- GERMETEN, F., 1947. Vegetations- og jordundersøkelser av markberedningsfelter. — Medd. fr. D. Norske Skogsfors.v., 9: 393. [Nor.nor.e.e.]
- GIEGE, B., 1965. Undersökningar över sorkars skadegörelse inom jordbruk, trädgårdsodling och skogsbruk. — Zool. Revy, 27: 8. [Sw.e.]
- , 1966. Sabotörer i skogsplanteringar. — Skogen, 53: 289. [Sw.]
- GLERUM, C. — FARRAR, J. L., 1965. A note on internal frost damage in white spruce needles. — Can. Journ. of Bot., 43: 1590.

- GOODELL, B. C., 1939. Soil freezing as affected by vegetation and slope aspect. — *Journ. of For.*, 37: 626.
- GOOR, C. P. — JAGER, K., 1961. Bestrijding van grassen in bosculturen met dalapon (DCP). — *Ned. Bosb. Tijdschr.*, 33: 48. [Du.g.e.]
- , 1962. De bestrijding van grassen in bosculturen met simazin en atrazin. — *Ibid.*, 34: 34. [Du.e.g.]
- GRANSTRÖM, B. — AAMISEPP, A., 1965. Nya kemiska medel mot ogräs 1964. — *Aktuellt fr. Lantbr.högsk.*, nr 48. — Uppsala. [Sw.]
- GRENANDER, T., 1921. Sådd och plantering av skog. — *Skogen*, 8: 137. [Sw.]
- GROVER, R., 1962. Germination of three coniferous species after treatment with simazin. — *Weeds*, 10: 246.
- GRÜMMER, G., 1963. Das Verhalten von Rhizomen der Quecke (*Agropyron repens*) gegen trockene Luft. — *Weed Res.*, 3: 44. [G.]
- GRÖNBERG, G., 1906. Våra sorkar och råttor samt deras betydelse för skogen. — *Skogsv.-för. tidskr.*, 4: 57, 121. [Sw.]
- GÜNTHER, G., 1965. Die chemische Unkrautbekämpfung in der Forstwirtschaft bei Bestandesbegründung und Bestandespflege. — *Diss.*, Hohenheim. [G.g.]
- GYSIN, H. — KNÜSLI, E., 1960. Chemistry and herbicide properties of triazine derivatives. — *Advances in pest control research*, 3, sid. 289, red. av R. L. Metcalf. — New York.
- GÖHRE, K., 1954. Kleinklimatische Untersuchungen auf einer Kiefernkultur unter Birkenvorwald. — *Arch. f. Forstw.* 3: 441. [G.g.]
- , Lütke, 1956. Der Einfluss von Bestandesdichte und -struktur auf das Kleinklima im Walde. — *Ibid.*, 5: 487. [G.g.]
- HADDERS, G. — KARLSSON, I., 1962. Frostskador på granplantering i Uppland. — *Skogen*, 49: 48. [Sw.].
- HAEGGBLOM, L.-E., 1959. A thermistor thermometer which reads to the nearest 0,01°C in the field. — *SMHI, Medd.*, Ser. D, nr 9. [E.e.g.]
- HAGEM, O., 1947. The dry matter increase of coniferous seedlings in winter. — *Medd. fr. Vestl. Forstl. Forsöksst.*, nr 26. [E.e.nor.]
- , 1962. Additional observations on the dry matter increase of coniferous seedlings in winter. — *Ibid.*, nr 37.
- HAGNER, S., 1962. Naturlig föryngring under skärm. — *Akad. avh.* — Stockholm. [Sw.sw.e.e.]
- HALD, A., 1948. Statistiske metoder. Tabel- og formelsamling. — Köpenhamn. [Dan.]
- HALLGREN, G. — BERGLUND, G., 1962. De odlade myrjordarnas omfattning och användning. — *Lantbrukshögskolan (Stencil)*. [Sw.]
- HANDLEY, W. R. C., 1939. The effect of prolonged chilling on water movement and radial growth in trees. — *Ann. of Bot.*, 3: 803.
- HANSSON, A. — HOLMEN, H. — ANDRÉASON, O., 1966. Skogliga växtnäingsfrågor. — *Handledning om gödselmedel och kalk*, Kap. S. I. — Stockholm. [Sw.]
- HANSSON, H. C. — CHURCHILL, E. D., 1961. The plant community. — New York.
- HARRIS, C. I. — WARREN, G. F., 1964. Adsorption and desorption of herbicides by soil. — *Weeds*, 12: 120.
- SHEETS, T. J., 1965. Influence of soil properties on adsorption and phytotoxicity of ~~herb~~ CIPC, diuron and simazine. — *Ibid.*, 13: 215.
- HARTLEY, G. S., 1960. Physico-chemical aspects of the availability of herbicides in soils. — *Herbicides and the soil*, sid. 63, red. av E. K. Woodford — G. R. Sagar. — Oxford.
- , 1964. Herbicide behaviour in the soil. — *The physiology and biochemistry of herbicides*, sid. 111, red. av L. J. Audus — London.
- HARTLEY, N., 1964. The distribution of the grasses. — *Grasses & grasslands*, red. av C. Barnard. — London.
- HAUGBERG, M., 1960. Sortering av granplanter i planteskolene. — *Årsskr. f. Norske Skogpl.skoler* 1959: 44. [Nor.]
- , 1962. Forsøk med forskjellige plantealder for gran og furu. — *Ibid.*, 1961: 27. [Nor.]
- HAYAS, P. J., 1966. Pflanzenökologische Untersuchungen im Winter. I. Zur Bedeutung der Schneedecke für das Überwintern von Heidel- und Preiselbeere. — *Aquilo*, Ser. Bot., 4: 1. [G.g.]
- HAY, J. R., 1962. Biology of quackgrass and some thoughts on its control. — *Down to Earth*, 18: 14.
- HEDEMANN-GADE, E., 1945. Undersökningar angående barrträdsplantering vid olika

- tidpunkter samt med skilda metoder och plantslag. — Sv. skogsv.för. tidskr., 43: 1. [Sw.g.]
- , 1948 a. Plantrötternas känslighet för solbelysning. — Skogen 35: 110. [Sw.]
- , 1948 b. Om frostsador på granplanter. — Ibid., 35: 137. [Sw.]
- , 1960. Plantrötternas känslighet för belysning. — Ibid., 47: 105. [Sw.]
- HEID, R., 1962. Eine stimulierende Wirkung durch Simazin? — Allg. Forstz.schr., 17: 406. [G.]
- HEIKINHEIMO, O., 1941. Versuche mit waldbaulichen Pflanzmethoden. — Comm. Inst. For. Fenn., 29, 4: 59. [Fi.fi.g.g.]
- HELDAL, B. — KVIFTE, G., 1962. Måling av jordtemperatur. — Medd. fr. Norges Landbr.högsk., 41, nr 1. [Nor.nor.e.e.]
- HENSON, W. R., 1952. Chinook winds and red belt injury to lodgepole pine in the Rocky Mountain Parks area of Canada. — The For. Chron., 28: 62.
- HESSELMAN, H., 1904. Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarna 1900—1903. — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 1: 25. [Sw.g.]
- , 1917. Om våra skogsförnygringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnygring. — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 13—14: 923. [Sw.e.]
- H. H., 1951. Skogsodlingsplogen Kej-Bäck. — Skogen, 38: 63. [Sw.]
- , 1958. Man talar om sorkskador. — Skogen, 45: 273. [Sw.]
- HOLMERZ, C. G., 1879. Vägledning i skogshushållning. — Stockholm. [Sw.]
- HOLMES, G. D. — STEWART, G. G., 1962. Soil improvement by cultivation and the use of fertilizers. — Proc., Fifth World For. Congr., sid. 551.
- HOLMGREN, A., 1907. Om frostsador å gran i Norrland sommaren 1906. — Skogsv.för. tidskr., 5: 180. [Sw.]
- , 1954. Trakthuggning och förnygring i Norrlandsskogarna. — Norrl. skogsv.förb. tidskr., sid. 3. [Sw.g.]
- , 1956. Expositionens betydelse för tallkulturens utveckling på stora hyggen å hög nivå i Norrland. — Ibid., sid. 1. [Sw.g.]
- , 1961. Vindens betydelse för skogens avverkning och förnygring särskilt i de norrländska höjdlägena. — Ibid., sid. 41. [Sw.]
- , 1963. Ytterligare bidrag till belysande av expositionens betydelse för tallkulturens utveckling å stora hyggen å hög nivå i Norrland. — Ibid., sid. 1. [Sw.]
- HOMÉN, TH., 1893. Om natfroster. — Helsingfors. [Sw.]
- , 1896. Über die Bodentemperatur in Mustiala. — Helsingfors. [G.]
- , 1917. Våra skogar och vår vattenhushållning. — Stockholm. [Sw.]
- HOVIND, J. — SCHOLZ, H. F., 1955. Effect of the micro-site on the condition and early growth of planted Black-spruce. — Lake Stat. For. Exp. Sta., Techn. Notes 404.
- HUBBARD, C. E., 1954, 1959. Grasses. — Pelican Books, A 295.
- HULT, R., 1881. Försök till analytisk behandling av växtformationerna. — Helsingfors. [Sw.sw.]
- HUSS, E., 1958. Om höstplantering av tall och gran. — Medd. fr. St. skogsf.inst., 48, nr 3. [Sw.sw.e.e.]
- HYGEN, G., 1965. Water stress in conifers during winter. — Water stress in plants, sid. 89, red. av B. Slavik. — Prag.
- HYLANDER, N., 1953. Nordisk kärlväxtflora. I. — Stockholm. [Sw.]
- , 1955. Förteckning över Nordens växter. — Lund. [Sw. sw.e.]
- HÜPPEL, A. — KLINGSTRÖM, A., 1964. Några parasitsvampar i plantskolor och skogskulturer 1960—1963. — Norrl. skogsv.förb. tidskr., sid. 53. [Sw.sw.e.e.]
- HÅKANSSON, T., 1948. Skogslandskapets förändringar under 300 år i Konga socken, Skåne. — Sv. skogsv.för. tidskr., 46: 239. [Sw.]
- HÄGG, K.-E., 1963 a. Skogsodling på olika marktyper. — Föredrag och diskussioner vid kurs i markanvändningsfrågor. — Kungl. Lantbr.styr. (Stencil.) [Sw.]
- , 1963 b. Skogsplantering på övergivna myrjordsåkrar. — Sv. Valltidskr., 2: 113. [Sw.]
- HÄGGSTRÖM, B., 1957. Sådd och plantering. — Stockholm. [Sw.]
- , 1958. Resultat av några försöksplanteringar. — Norrl. skogsv.förb. tidskr., sid. 162. [Sw.sw.]
- HØRBYE, J., 1882. Om frostsader paa barskoven. — Den Norske Forstfor. Aarb., 99. [Nor.]
- HÖRLING, G., 1965. Studier över herbiciders inverkan på markmikroorganismer. — Skogshögsk., Inst. f. skogsbot., Publikat. nr 141. (Stencil.) [Sw.sw.]

- INGESTAD, T., 1962. Macro element nutrition of pine, spruce, and birch seedlings in nutrient solutions. — Medd. fr. St. skogsforskn.inst., 51, nr 7. [E.e.sw.]
- JACOBSON, G., 1952. Trädesförsök. — Stat. Jordbr.förs., Medd., 18. [Sw.sw.e.]
- JAHNEL, H., 1959. Über Frostresistenz bei Waldbäumen. — Arch. f. Forstw., 8: 697. [G.g.russ.e.]
- JARVIS, P. G., 1964. Interference by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. — Oikos 15: 56.
- JARVIS, M. S., 1963 a. The water relations of tree seedlings. I. Growth and water use in relation to soil water potential. — Phys. Plant., 16: 215.
- , 1963 b. II. Transpiration in relation to soil water potential. — Ibid., 16: 236.
- , 1963 c. III. Transpiration in relation to osmotic potential of the root medium. — Ibid., 16: 269.
- , 1963 d. IV. Some aspects of the tissue water relations and drought resistance. — Ibid., 16: 501.
- JEFFERS, J. W. R., 1960. Experimental design and analysis in forest research. — Uppsala.
- JOHANSEN, V., 1965. Dansk hedeskovbrug siden 1789. — Dansk skovf. tidskr., 50: 17. [Dan.]
- JOHANSSON, B., 1966. Radikal markberedning. — Sv. skogsv.förb. tidskr., 64: 377. [Sw.]
- JOHANSSON, E., 1941. Frostskador i svenska fruktträdgårdar vintern 1939—1940. — Medd. fr. St. Trädg.försök, nr 12. [Sw.e.]
- JOHANSSON, F. — NORDENHÄLL, C. Hj., 1958. Erfarenheter av maskinell markberedning. — Skogen, 45: 330. [Sw.]
- JOHANSSON, D. — STENMARK, A., 1967. Standardnamn och definitioner på använda beteckningar för vissa verksamma substanser. — Kemiska bekämpningsmedel. — Stockholm. [Sw.]
- JOHANSSON, N. — STÅLFELT, M. G., 1928. Die stomatäre Beeinflussung der Kohlen-säureassimilation der Fichte. — Sv. skogsv.för. tidskr., 26: 814. [G.sw.]
- JOHNELS, A. G., 1963. Snötäcket och småäggdjuren. — Fauna o. Flora, 58: 49. [Sw.]
- JOHNSON, B., 1956. Studier över vinterklimatet i södra och mellersta Sverige. — Sv. skogsv.för. tidskr., 53: 383. [Sw.sw.]
- JOHNSTON, R. D., 1959. Control of water movement by stem chilling. — Austr. Journ. of Bot., 7: 97.
- JORDAN, L. S. — COGGINS, C. W. jr — DAY, B. E. — CLERX, W. A., 1964 a. Photodecomposition of substituted phenylureas. — Weeds, 12: 1.
- DAY, B. E. — CLERX, W. A., 1964 b. Photodecomposition of triazines. — Ibid., 12: 5.
- JUNGHANS, B., 1959. Über den jahreszeitlichen Gang der Frosthärte verschiedenaltiger Nadeln von *Picea abies* (L.) Karsten im Hügelland. — Arch. f. Forstw., 8: 285. [G.g.russ.e.]
- JUHLIN-DANNFELT, H., 1925. Lantbrukets historia. — Stockholm. [Sw.]
- JUHLIN-DANNFELT, M., 1944. Erfarenheter av skogsodling. — Sv. skogsv.för. tidskr., 42: 82. [Sw.]
- JUREVIČS, B., 1934. Einfluss der Frühjahrsfröste auf Fichtenverjüngung. — Mitt. d. Lettl. Forstl. Versuchsanst., 2. [Lat.lat.g.]
- KALELA, A., 1937. Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. — Diss., Helsinki. [G.g.]
- KALELA, E., 1949. On the horizontal roots in pine and spruce stand. — Acta For. Fenn., 57, nr 2. [Fin.fin.e.e.]
- KARLBERG, S., 1958. Om gräsproblemet vid skogsodling och möjligheterna att lösa det med tillhjälp av kemiska medel. — Skogen, 45: 752. [Sw.]
- , 1964. Arbetsbesparande metod ger goda resultat vid plantering av åker och betesmark. — Gullviks Skogskalender, sid. 161. [Sw.]
- KARNATZ, H., 1964. Weitere Versuchsergebnisse bei der Bekämpfung von Ungräsern in Obstanlagen. — Mitt. d. Obstb.vers.ringes d. Alten Landes, Jork, 19: 109. [G.]
- KEARNEY, P. C. — SHEETS, T. J. — SMITH, J. W., 1964. Volatility of seven s-triazines. — Weeds, 12: 83.
- KEIL, K., 1947/48. Frostbekämpfung im hohen Norden. — Meteor. Rundsch., 1: 40. [G.]
- KELLER, TH., 1962. Zur Bekämpfung von Gräsern und Adlerfarn in der Kastanienzone der Südschweiz mit Hilfe von Unkrautvertilgungsmitteln. — Mitt. d. Schweiz. Anst. f.d. Forstl. Versuchsw., 38: 225. [G.f.it.e.]
- KERÄNEN, J., 1923. Beiträge zur Kenntnis des Frostes im Erdboden. — Acad. Scient. Fenn. A XX.6. [G.]

- KERÄNEN J., 1929. Wärme- und Temperaturverhältnisse der obersten Bodenschichten. — Einführung in die Geophysik II. — Berlin.
- KIAER, T., 1922. Raahumus-studier. — Medd. fr. d. Forstl. Forsøksstat. paa Solberg i Løiten, 6. [Nor.]
- KIENHOLZ, R., 1940. Frost depth in forest and open in Connecticut. — Journ. of For., 38: 346.
- KOH, E., 1964. Om tallens gren- och granens topporka och dess bekämpning. — Skogen, 51: 200. [Sw.]
- KOLK, H., 1962. Viability and dormancy of dry stored weed seeds. — Växtodling, 18.
- KONDA, K. — MUTO, K., 1959. Frost damage of tree seedlings grown in frozen soil. — Res. Bull., Hokk. Univ., 20: 393. [Jap.e.e.]
- KOPITKE, J. C., 1941. The effect of potash salts upon the hardening of coniferous seedlings. — Journ. of For., 39: 555.
- KORSMO, E., 1926. Ogräs. — Stockholm. Översättning från norska. [Sw.]
- KOZLOWSKI, T. T., 1964. Water metabolism in plants. — New York.
- , 1965. Variable toxicity of triazine herbicides. — Nature, 205 (4966): 104.
- KRAMER, P. J. — KOZLOWSKI, T. T., 1960. Physiology of trees. — New York.
- KRAMER, W., 1966. Über die Verwendung von Simazin zur Unkrautbekämpfung in Forstkulturen (Ackeraufforstungen). — Forst- u. Holzw., 21: 135. [G.g.]
- KRASAVTSEV, O. A., 1966. Frost hardening of woody plants at temperature below zero. — Kopia (preprint) av föredrag vid Int. Conf. on Low Temp.Sc., 14—17 aug. 1966, Hokk. Univ., Sapporo, Japan.
- KREUTZ, W., 1942. Das Eindringen des Frostes im Böden unter gleichen und verschiedenen Witterungsbedingungen während des sehr kalten Winters 1939/40. — R.f.W., Wiss. Abh., 9/2. — Från Hesse, W., 1966. Grundlagen der Meteorologie für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft, sid. 474. — Leipzig. [G.]
- KRISTENSEN, K. J., 1959. Temperature and heat balance of soil. — Oikos 10: 103.
- KROK, Th. O. B. N. — ALMQUIST, S., 1948. Svensk flora I (23:e uppl., 2:a tryckn.) — Stockholm. [Sw.]
- KURMANGALIN, N. A. — Se SHULGIN, A. M., 1957. The temperature regime of soils, sid. 30. — Övers. fr. ryska av Isr. Progr. f. Sc. Transl., Cat.no. 1357. — Jerusalem 1965.
- KURTH, H., 1960. Chemische Unkrautbekämpfung. — Jena. [G.]
- LADEFOGED, K., 1938. Frostringsdannelser i vaarveddet hos unge douglasgraner, sitkagraner og laerketraeer. — D. Forstl. Fors.v., 15: 97. [Dan.e.]
- , 1939. Undersøgelser over die Periodisitet i Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume. — Diss., Kjøbenhavn.
- LAGERBERG, T., 1913. Granens topporka. — Skogsv.för. tidskr., fackavd., sid. 173. [Sw.g.]
- , 1951. Skoglig mykologi (3:e tryckn.) — Stockholm, Skogshögskolans kompendiekommitté (Stencil). [Sw.]
- LAING, E. V., 1932. Studies on tree roots. — For. Comm., Bull. 13.
- LAITAKARI, E., 1920. Untersuchungen über die Einwirkung der Witterungsverhältnisse auf den Längen- und Dickenwachstum der Kiefer (*Pinus silvestris*). — Acta For. Fenn., 17. [Fin.g.]
- LANGLET, O., 1929. Några egendomliga frosthärjningar å tallskog jämte ett försök att klarlägga deras orsak. — Sv. skogsv.för. tidskr., 27: 423. [Sw.g.g.]
- , 1936. Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet. — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 29: 219 [Sw.sw.g.g.]
- , 1938. Proveniensförsök med olika trädslag. — Sv. skogsv.för. tidskr., 36: 55. [Sw.g.g.]
- , 1960. Mellaneuropeiska granprovenienser i svenskt skogsbruk. — St. skogsf.inst., Upps. nr 80. [Sw.g.g.]
- LE BARON, H. M. — FERTIG, S. N., 1961. The effects of chemical and cultural treatments on the food reserves of quack-grass rhizomes. — Proc. Northeast. Weed Contr. Conf., 15: 319.
- LESSMAN, V. H., 1950. Temperaturverhältnisse im Häufelreihen. — Jahr. Ber. d. Bad. Landesw.dienst, sid. 35. [G.]
- LEVITT, J., 1956. The hardness of plants. — New York.
- LIDFORSS, B., 1896. Physiologie und Biologie der wintergrünen Flora. — Bot. Centr.bl., 68: 33. [G.]
- LINDBERG, F., 1915. Om barrträdskulturer i Norrland. — Skogsv.för. tidskr., 13, supplement. [Sw.]

- LINDBERG, F., 1917. Om plantor och plantering. — Skogen, 4: 186. [Sw.]
- LINDNER, J., 1935. Skogens krönika i Göteborgs och Bohus län. — Göteborg. [Sw.]
- LINDQVIST, B., 1938. Dalby Söderskog. — Stockholm. [Sw.]
- LUNDBERG, G., 1952. Skogsdikningarna på Bjurfors kronopark. — Bil. till Sv. skogsv.för. tidskr. 50. [Sw.g.g.]
- LUND-HØIE, K., 1961. Bekjempelse av lauvkratt og gras på plantefelt. II. — Norsk Skogbr., 7: 233. [Nor.]
- , 1964. Bruk av ugrasmidler i plantefelt. — Suppl. t. Norsk Skogbr., 10, nr 5.
- LØFTING, E. C. L., 1939. Jordbundsbehandlings indflydelse paa rødgranens vækst og sundhed i hedeplantagerne. — D. Forstl. Forsøgsv., 40: 165. [Dan.e.]
- LÖNNGREN, R., 1963. Ny lagstiftning om gifter och bekämpningsmedel. — Handelskammarnas nämnd. [Sw.]
- MAC ARTHUR, J. D., 1964. Planting methods to overcome strong competition from dense, herbaceous vegetation. — Tree Planter's Notes, 66: 25.
- MAC HATTIE, L. B., 1963. Winter injury of lodgepole pine foliage. — Weather, 18: 301.
- MAC LEOD, J. W., 1964. Planting White spruce on wet brushy land. — Dep. of For., Can., Public. 1067.
- MAGNUSSON, E., 1957. Åkerplantering. — Skogsägaren, 33: 136. [Sw.]
- MAKKINK, G. F., 1957. Graslengte en droge-stofopbrengst. — Inst. van Biol. en Scheik. Underg. van Landbouwgewassen, Jaarb. 1957, sid. 73. [Du.e.e.]
- MALMSTRÖM, C., 1937. Tönnersjöhedens försökspark i Halland. Ett bidrag till kännedomen om sydvästra Sveriges skogar, ljunghedar och torvmarker. — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 30: 323. [Sw.sw.g.g.]
- , 1939. Hallands skogar under de senaste 300 åren. En översikt över deras utbredning och sammansättning enligt officiella dokumentets vittnesbörd. — Ibid., 31: 171. [Sw.sw.g.g.]
- , 1951. Om den svenska markens utnyttjande för bete, åker, äng och skog genom tiderna och orsakerna till rörligheten i utnyttjandet. — Kungl. Lantbr.ak. tidskr., 90: 292. [Sw.e.]
- MATERN, B., 1955. Kompendium i statistik. Del I. — (Stencil), Stockholm.
- , 1960. Spatial variation. — Medd. fr. St. skogsf.inst., 49, nr 5. [E.sw.]
- MATTSSON, J. O., 1961. Microclimatic observations in and above cultivated crops. — Lund Stud. in Geogr., Ser. A, no. 16.
- , 1966. Soil temperatures and light, wind and air humidity conditions of potato crops. — Ibid., no. 36.
- MESHECHOK, B., 1958. Om plantemetoder for *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm. på myr. — Medd. fr. D. Norske Skogf.v., 15: 305. [Nor.e.e.]
- , 1961 a. Skogreising på myr. — Skogeieren, 48: 159. [Nor.]
- , 1961 b. Skogreising på myr i Storbritannia. — Tidskr. f. Skogbr., 68: 1. [Nor.]
- , 1963. Forsøk med skogreising på Flasnesmyra i Overhalla herred i Namdalen. — Norsk Skogbr., 9: 493. [Nor.]
- , 1964. Skogplantning i plogveltene på myr minsker frostskaader på plantede traer. — Norsk Skogbr., 10: 50. [Nor.]
- MEYER, F. H., 1965. Frosttroknis bei Koniferen. — Ber. Dtsch. Bot. Ges., 78: 193. [G.g.]
- MICHAEL, G., 1963. Ein Beitrag zum Frosttroknisproblem. — Die Naturwissensch., 50: 382. [G.]
- , 1964. Untersuchungen über den Wasserhaushalt einiger immergrüner Gehölze im Winter unter besonderer Berücksichtigung der Frosttroknis. — Diss, Dresden. [G. g.]
- , 1966. Untersuchungen über die winterliche Dürresistenz einiger immergrüner Gehölze im Hinblick auf eine Frosttroknisgefahr. — Flora, Abt. B, 156: 350. [G.g.e.]
- MICHAELIS, P., 1934. Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze. IV. Zur Kenntnis des winterlichen Wasserhaushaltes. — Jahrb. f. wissensch. Bot., 80: 169. [G.g.]
- MILLER, J., 1966. Vergleichende Untersuchungen der Wirkung von einigen neuen Triazinherbiziden gegenüber Koniferen und Laubbölgern in Forstbaumschulen. — Arch. f. Forstw., 15: 85. [G.russ.e.]
- MILLER, R. E., 1964. Wirkung von Meliorationsmassnahmen zur Verbesserung der Humusform auf den Humus- und Stickstoffvorrat von Waldböden. — Diss., Hann. Münden. [G.g.]
- MOLIN, N., 1955. Fysiologisk uttorkning av tallplantor. — Skogen, 42: 149. [Sw.]
- MONTGOMERY, D. — BREESE, C. — EDWARDS, C. J. — JENNINGS, R. C., 1965. Recom-

- mendations for the use of herbicides on uncropped land and in water. — Weed control Handbook, sid. 270, red. av E. K. Woodford — S. A. Evans. (4th ed.) — Oxford.
- MORK, E., 1933. Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger. — Medd. fr. D. Norske Skogfors.v., 5: 1. [Nor.g.g.]
- , 1952. Planteforsøk med gran (*Picea abies*) til forskjellige tider i vegetasjonsperioden. — Medd. fr. D. Norske Skogf.v., 11: 31. [Nor.nor.e.e.]
- , 1954 a. Om sambandet mellom omplantningsavstand, planteutvikling, kultureresultater og kulturutgifter for 2/2 gran. — Ibid., 13: 45. [Nor.e.e.]
- , 1954 b. Varmeskytte på granplanter og midler mot denne. — Årsskr. f. Norske Skogpl.-skoler 1953: 91. [Nor.]
- , 1961. Behovet for skogkultur. — Norsk Skogbr., 7: 783. [Nor.]
- BJØRGUNG, E., 1954. Forsøk med forskjellige plantemetoder for 4-årig omskolet gran. — Medd. fr. D. Norske Skogf.v., 12: 305. [Nor.nor.e.e.]
- MUKULA, J., 1962. Chemical weed control in fruit crop nurseries. — Ann. Agric. Fenn., 1: 25. [E.e.fi.fi.]
- SÄKÖ, J., 1961. Chemical weed control in fruit crops. — Public. Finn. St. Agric. Res. Board 189. [E.e.fi.fi.]
- MULTAMÄKI, S. E., 1939. Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu bewaldenden Mooren. — Acta For. Fenn., 47.3. [Fi.fi.g.g.]
- , 1942. Das Erfrieren der Fichtenpflanzen (*Picea excelsa*, Link) in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. — Ibid., 51.1. [Fi.fi.g.g.e.]
- MÜLLER, D., 1864. Skogsvännen. — Stockholm. 2 uppl. [Sw.]
- MÜNCH, E., 1928. Winterschäden an Fichten und anderen Gehölzen. — Thar. Forstl. Jhb., 79: 276. [G.]
- MYRBERGET, S., 1965. Vekslinger i bestandsstørrelsen hos norske smågnagere i årene 1946 —60. — Medd. f. St. Viltunders., 2. ser., nr 19. [Nor.nor.e.]
- MØLLER, P., 1960. Sortering av rødgranplanter. — Dansk Skovf. Tidsskr., 45: 225. [Dan.]
- NEARPASS, D. C., 1965. Effects of soil acidity on the adsorption, penetration and persistence of simazine. — Weeds, 13: 341.
- NECKELMANN, J., 1961. Kemisk ukrudtsbekaempelse i skovkulturer. — Dansk Skovf. Tidsskr., 46: 530. [Dan.]
- NEGER, F. W., 1915. Rauchwirkung, Spätfrost und Frosttrocknis und ihre Diagnostik. — Thar. Forstl. Jahrb., 66: 195. [G.]
- NEGI, N. S. — FUNDERBURK, jr., H. H. — DAVIS, D. E., 1964. Metabolism of atrazine by susceptible and resistant plants. — Weeds, 12: 53.
- NOTINI, G., 1964. Undersökningar över sorkskador på barrträdsplanter i Syd- och Mellansverige. — Stud. For. Suec., nr 22. [Sw.sw.g.g.]
- OBBIARIUS, C. L., 1845. Lärobok i skogsvetenskapen. — Westerås. [Sw.]
- ODIN, H., 1964. Skogsmeteorologiska undersökningar i höjdlägen. — Kungl. Skogs- och Lantbr.ak. tidskr., 103: 198. [Sw.e.]
- OKSBJERG, E., 1951. Sortering av rødgranplanter. — Dansk skovf. tidsskr., 36: 115. [Dan.]
- , 1959. Kor eller kemiskt krig. — Skogen, 46: 89. [Sw.]
- , 1960. Plantering på gräs- och lövslyrika marker. — Skogsägaren, 36: 4. [Sw.]
- OSKAMP, J., 1918. Winter injury in Indiana. — Proc. Amer. Soc. f. Hortic. Sc. 1918, sid. 24.
- OSVALD, H., 1947. Växternas vapen i kampen om utrymmet. — Växtodling, 2: 288. [Sw.sw.e.]
- VAN OVERBEEK, J., 1962. Physiological responses of plants to herbicides. — Weeds, 10: 170.
- PARKER, J., 1953. Photosynthesis of *Picea excelsa* in winter. — Ecology, 34: 605.
- , 1955. Annual trends in cold hardiness of ponderosa pine and grand fir. — Ibid., 36: 377.
- , 1963. Cold resistance in woody plants. — The Bot. Rev., 29: 123.
- PEDERSEN, C., 1955. Bestandssvingninger hos danske markmus. — Dansk Skovf. Tidsskr., 40: 414. [Dan.]
- PESSI, Y., 1958. On the significance of soil temperature in plant cultivation. — Publ. Finn. State Agric. Res. Board, no. 167. [E.e.fi.fi.]
- PETRINI, F., 1964. Competition between agriculture and forestry under swedish conditions. — Lantbr.högsk. ann., 30, nr 1.
- PISEK, A., 1952. Zur Kenntnis der Frosthärte alpinen Pflanzen. — Die Naturwissensch., 39: 73. [G.]

- PISEK, A., 1960. Die photosynthetischen Leistungen von Pflanzen besonderer Standorte. Immergrüne Pflanzen (einschliesslich Coniferen). — Handbuch der Pflanz. phys. Band V, del 2, Berlin. [G.]
- CARTELLIERI, E., 1939. Zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen. IV. Bäume und Sträucher. — Jahrb. f. wissensch. Bot., 88: 23. [G.g.]
- WINKLER, E., 1953. Die Schliessbewegung der Stomata bei ökologisch verschiedenen Pflanzentypen in Abhängigkeit vom Wassersättigungszustand der Blätter und vom Licht. — Planta, 42: 253. [G.g.]
- , 1958. Assimilationsvermögen und Respiration der Fichte (*Picea excelsa* Link.) in verschiedener Höhenlage und der Zirbe (*Pinus cembra* L.) an der alpinen Waldgrenze. — Ibid., 51: 518. [G.g.]
- POLSTER, H. — FUCHS, S., 1963. Winterassimilation und -atmung der Kiefer (*Pinus silvestris* L.) im mitteldeutschen Binnenlandklima. — Arch. f. Forstw., 12: 1011. [G.g.russ.e.]
- PRIEHÄUSSER, G., 1939. Bodenfrost, Bodenentwicklung und Flackwurzelkeit der Fichte. — Forstw.sch. Centr.bl., 61: 329, 381. [G.]
- P'YAVCHENKO, N. I., 1957. Conditions of growth for arboreal vegetation at its northern limits. — Improvements in forest growth on peat-log soils of the U.S.S.R. forest zone and tundra, sid. 108, red. av N. I. P'yavchenko. — Övers. fr. ryska av Isr. Progr. f. Sc. Transl., Cat.no. 1332. — Jerusalem 1965.
- RAGNARSSON, H., 1964. Skadegörelse på träd våren 1963. — Årsrit skograektarfélags Íslands 1964, sid. 25. — Övers. fr. isländska. [Ice.]
- RASMUSSEN, P., 1958. Vandbalance, meteorologiske og jordbundsfysiske målinger i frugtplantage ved forskellige kulturmetoder. — Tidsskr. f. Planteavl., 61: 49. [Dan.dan.e.e.]
- RAUNKJÆR, C., 1895—1899. De danske blomsterplanters naturhistorie. I bind. — Kjøbenhavn. [Dan.]
- RICHARDS, S. J. — HAGAN, R. M. — MC CALLA, T. M., 1952. Soil temperature and plant growth. — Soil physical conditions and plant growth, sid. 303, red. av B. T. Shaw. — New York.
- RIES, S. K. — LARSEN, R. P. — KENWORTHY, A. L., 1962. The effect of herbicides on nitrogen nutrition of fruit trees. — Proc. North Centr. Weed Contr. Conf. 19: 48.
- RINNE, L., 1931. Über die Tiefe der Eisbildung und das Auftauen des Eises im Niedermoor. — Kab. f. Meliorationl. u. Moorkultur d. Univ. Tartu. — Ref. av E. Nyström i Sv. Mossk.för. tidskr., 1931, 45: 365. [Sw.]
- ROBAK, H., 1956. Overvintringen av granplanter i planteskolene på Vestlandet. — Årsskr. f. Norske Skogpl.sk. 1955, sid. 57. [Nor.nor.e.e.]
- RODGERS, E. G. — WILCOX, M., 1963. Leaching characteristics of certain herbicides in selected soils. — Ann. Rep., Univ. of Florida, Agric. Exp. Stat.:s, sid. 60, — Gainesville.
- ROGERS, W. S., 1935. Root studies VI. Apple roots under irrigated conditions, with notes on use of a soil moisture meter. — The Journ. of Pomol. and Hortic. Sc., 13: 190.
- , 1939 a. Root studies VII. A survey of the literature on root growth, with special reference to hardy fruit plants. — Ibid., 17: 67.
- , 1939 b. Root studies VIII. Apple root growth in relation to rootstock, soil, seasonal and climatic factors. — Ibid., 17: 99.
- , 1953. Fruit plant roots and their environment. — Int. Hortic. Congr. 13, London 1952, sid. 288.
- ROLL-HANSEN, F., 1961. Melding fra avdeling for skader på skog. — Årsmeld. f. 1959, gitt av skogdirektøren, sid. 15. [Nor.]
- ROMELL, L.-G., 1922. Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 19: 125. [Sw.sw.g.g.]
- , 1925. Växttidsundersökningar å tall och gran. — Ibid., 22: 45. [Sw.sw.f.f.]
- RONGE, E., 1928. Kort redogörelse för vissa skogliga försök, verkställda under åren 1914—1928 å Kramfors Aktiebolags skogar, och resultatens praktiska tillämpning i skogsbruket. — Norrl. skogsv.förb. tidskr., sid. 308. [Sw.]
- ROZSNYAY, Z., 1961. Untersuchungen zur chemischen Unkrautbekämpfung im Walde. — Diss., Hann. Münden. [G.g.]
- RUMMUKAINEN, U., 1959. On the use of simazin in combatting weeds in nurseries. — Metsät. Aikak. 76: 282. [Fie.]
- , 1961. On the use of weed chemicals in granular form. — Ibid. 78: 217. [Fie.]

- RUMMUKAINEN, U., 1962. Experiments with simazin. — *Comm. Inst. Fenn.* 55,20. [Fi.e.e.]
- RUSSELL, E. J., 1950. Soil conditions & plant growth (8th ed. rewritten by E. W. Russell). — London.
- RÖHRIG, E., 1958. Einsatz von Herbiziden zur Unkrautbekämpfung auf Freiflächen und in Beständen. — *Allg. Forstz.schr.*, 12: 268. [G.]
- SAKAI, A., 1958. The frost-hardening process of woody plant. II. Relation of increase of carbohydrate and water soluble protein to frost-resistance. — *Low Temp. Sc.*, B 16: 24. [Jap.e.]
- , 1960. The frost-hardening process of woody plant. VI. Seasonal variations in sugars. — *Journ. of the Jap. For. Soc.*, 42: 97. [Jap.e.]
- , 1964. The frost-hardening process of woody plant. X. The effective frost-hardening temperature in twig. — *Low Temp. Sc.*, B 22: 29. [Jap.jap.e.]
- , 1966. Survival of plant tissue at super-low temperatures by rapid cooling and rewarming. — *Kopia* (preprint) av föredrag vid Int. Conf. on Low Temp. Sc., 14—17 aug. 1966, Hokk. Univ., Sapporo, Japan.
- SAMUELSON, K.-R., 1958. Uttorkningsförsök med tallplantor. — *Skogen* 45: 250. [Sw.]
- SANDVIK, M., 1966. Utplantingsförsök med granplanter efter klimaskader i vinterhalvåret. — *Årsskr. f. Norske Skogpl.skoler* 1965, sid. 27. [Nor.nor.e.e.]
- SARVAS, R., 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. — *Comm. Inst. For. Fenn.*, 53: 4. [E.e.fi.fi.]
- SATO, Y. — MUTO, K., 1951. Factors affecting cold resistance of tree seedlings. (II). On the effect of potassium salts. — *Res. Bull., Hokk. Univ.*, 15 (1): 81. [Jap.jap.e.e.]
- SATOO, T., 1962. Wind, transpiration and tree growth. — *Tree growth*, red. av T. T. Kozłowski. — New York.
- V. D. SCHAAF, I. D., 1957. Het meten van de graslengte. — *Groene Schakels*, sid. 24. [Du.]
- SCHÉFFÉ, H., 1959. The analysis of variance. — New York.
- SCHINDLER, U., 1959. Wie wirken sich die Flächenbegiftungen gegen Erdmäuse auf die mit ihnen zusammenlebenden Kleinsäuger aus? — *Forst.u. Holzw.*, 14: 26. [G.]
- SCHIRMER, R., 1963. Aufforstung von Grenzertragsböden. — *Allg. Forstz.schr.*, 18: 308. [G.]
- SCHOSTAKOWITSCH, W. B., 1927. Der ewig gefrorene Boden Sibiriens. — *Gesellsch. f. Erdk.*, 62: 394. [G.]
- SCHOTTE, G., 1923. Svältorna. — *Skogsförs.anst.:s exk.ledare* VI. [Sw.]
- VON SCHÖNHAR, S., 1965. Frosttrocknis bei Douglasie. — *Allg. Forstz.schr.*, 20: 44. [G.]
- SEGERDAHL, H. F., 1866. Skogsbruks-Praktika. — Stockholm.
- SELANDER, S., 1955. Det levande landskapet i Sverige. — [Sw.]
- SERNANDER, R., 1921. Analytiska metoder vid undersökningar av ängar och betesmarker. — *Nord. Jordbr.forskn.*, sid. 415. [Sw.]
- , 1924. Åkern och skogen. — *Jorden*, sid. 7. (Festskrift t. jordbrukets dag år 1924.). [Sw.]
- SHEETS, T. J., 1959. The comparative toxicities of monuron and simazin in soil. — *Weeds*, 7: 189.
- CRAFTS, A. S. — DREYER, H., 1962. Influence of soil properties on the phytotoxicities of the s-triazine herbicides. — *J. Agr. and Food Chem.*
- SIMOLA, E. F., 1923. Observationer över tjällossningen å odlad sand-, ler- och kärrjord. — *Agrik.-ekon.förs.anst. i Finl., Vetensk. publik.*, nr 21. [Sw.sw.]
- , 1926. Untersuchungen der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt über das Einfrieren des Kulturlandes und das Auftauen des Bodenfrostes in den Jahren 1924, 1925 und 1926. — *Valt. Maat. Julk.*, N:o 5. [Fi.fi.g.]
- SIRÉN, G., 1948. Ett bidrag till frågan om tall- och granplantornas konkurrensförmåga under första vegetationsperioden. — *Skogsbruket*, 18: 295. [Sw.sw.]
- , 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. — *Acta For. Fenn.*, 62: 4. [E.e.fi.fi.]
- SJÖBECK, M., 1966. Vång och utmark i Skånes skogsbygd. — *Sv. Natur, Årsb.* 1966: 149. [Sw.]
- SMHI. Se Sveriges Meteorologiska och hydrologiska institut.
- Statens Offentliga Utredningar, 1964. Lantbrukets strukturutveckling. — *SOU* 1964: 37, Stockholm. [Sw.]
- STAUDACHER, 1924. Die Frostschäden im Forstbetrieb, deren Ursachen und Bekämpfung. — *Forstw.sch. Centr.bl.*, 46: 1, 54, 98. [G.]

- STEFANSSON, E., 1954. Några resultat av höstplantering med tall. — Norrl. skogsv.förb. tidskr., sid. 567. [Sw.sw.]
- STENBERGER, M., 1964. Det forntida Sverige. — Stockholm. [Sw.]
- STENMARK, A., 1962. Bekämpningsförsök mot sork 1961—1962. — Växtsk.not., 26: 35. [Sw.]
- VON ROSEN, H., 1959. Bekämpningsförsök mot vattensork och åkersork. — Ibid., 23: 24. [Sw.]
- STEVEN, H. M., 1954. Root form on peat. — For. Comm., Bull., 22: 95.
- STOECKLER, J. H., 1965. Spring frost damage. — Journ. of For., 63: 12.
- STOTT, K. G., 1965. The effects of applying simazine, atrazine, diuron and monuron for the control of weeds in newly planted commercial willow beds. — Long Ashton Agric. and Hortic. Res. Stat., Ann. Rep. 1964: 203.
- STRAND, L., 1950. Arv og miljø — sortering i planteskoler. — Tidskr. f. Skogbr., 58: 191. [Nor.]
- VON STROKIRCH, C., 1918. Plantering å jord, som lider av uppfrysning. — Skogsvännen, sid. 52. [Sw.]
- AF STRÖM, I. A., 1837. Handbok för skogshushållare (2:a uppl.). — Stockholm. [Sw.]
- STUMPF, C., 1870. Anleitung zum Waldbau (4:te Aufl.). — Aschaffenburg. [G.]
- STÄLFELT, M. G., 1929. Die Abhängigkeit der Spaltöffnungsreaktionen von der Wasserbilanz. — Planta, 8: 287. [G.g.]
- , 1932. Der stomatäre Regulator in der pflanzlichen Transpiration. — Ibid., 17: 22. [G.g.]
- , 1935. Die Spaltöffnungsweite als Assimilationsfaktor. — Ibid., 23: 715. [G.g.]
- , 1937. Die Bedeutung der Vegetation in Wasserhaushalt des Bodens. — Sv. skogsv.för. tidskr., 35: 189. [G.g.sw.sw.]
- , 1956. Die stomatäre transpiration und die Physiologie der Spaltöffnungen. — Handb. d. Pflanz.phys., III: 351. — Berlin. [G.]
- , 1960. Västekologi. — Stockholm. [Sw.]
- SUNDGREN, H. — SVENSSON, J. A. — ÅBERG, E., 1965. Herbicider och kulturväxter. II. Jordherbicider. — Aktuellt fr. Lantbr. högsk., nr 50. — Uppsala. [Sw.]
- SVENSSON, B., 1965. Meteorologiska instrument. — Upps. Univ., Meteor. inst., Komp. (Stencil). — Uppsala.
- SVENSSON, E., 1960. Försök med vindskydd. — St. Jordbr.försök, Medd. 108. [Sw.e.]
- Sveriges Meteorologiska och hydrologiska institut, 1958. Handbok för väderleksobservatörer. — SMHI, Medd., Ser. E, nr 9. [Sw.]
- , 1955, 1959—1965. Månadsöversikt över väderlek och vattentillgång. Årsböcker 37, 41—47. — Stockholm. [Sw.]
- SYLVÉN, N., 1924. Om våra främmande barrträds vinterhärdighet. — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 21: 101. [Sw.g.]
- SÖDERSTRÖM, V., 1957. Några orienterande studier angående markfuktigheten i plantrut och under hyggesvegetation. — Sv. skogsv.för. tidskr., 55: 483. [Sw.sw.]
- , 1959 a. Synpunkter på orsakerna till de första årens plantavgång vid olika metoder för barrträdsplantering. — Norrl. skogsv.förb. tidskr., sid. 103. [Sw.sw.]
- , 1959 b. Några orienterande studier angående marktemperatur och barrträdsplantors rotttillväxt i planrut och under hyggesvegetation. — Sv. skogsv.för. tidskr., 57: 171. [Sw.sw.]
- , 1963. Försök angående plantering på olika sätt. — Opublic. (Stencil).
- TABER, S., 1943. Perennially frozen ground in Alaska: its origin and history. — Bull. Geolog. Soc. Amer., 54: 1433.
- TALBERT, R. E. — FLETCHALL, O. H., 1964. Inactivation of simazine and atrazine in the field. — Weeds, 12: 33.
- , 1965. The adsorption of some s-triazines in soils. — Ibid., 13: 46.
- TAMM, C. O., 1951. Våra möjligheter att undersöka skogens näringsbehov. — Sv. skogsv.för. tidskr., 49: 265. [Sw.e.]
- , 1955. Seasonal variation in the nutrient content of conifer needles. — Medd. fr. St. skogsv.för. inst., 45, nr 5. [E.e.sw.]
- , 1958. Anvisningar för insamling av barrprov. — Opublic. (Stencil). [Sw.]
- , 1962. Möjligheterna att öka skogsväxten genom markförbättrande åtgärder. — Sv. skogsv.för. tidskr., 60: 167. [Sw.]
- TAMM, O., 1940. Den nordsvenska skogsmarken. — Stockholm. [Sw.]

- TAMM, O., 1948. Skoglig marklära, del I. — Skogshögskolans kompendiekommitté. Stockholm. (Stencil). [Sw.]
- , 1959. Studier över klimatets humiditet i Sverige. — Kungl. Skogsh.sk. Skrifter, nr 32. [Sw.sw.g.g.]
- TINGA, J. H. — GARRETT, F. W., 1966. Rodent girdling of virginia pine related to amount of ground cover herbs. — Tree Planter's Notes, 77: 17.
- TIRÉN, L., 1946. P.M. angående vissa beskrivningsscheman vid fältarbeten 1946 inom föryngringsfrågan. — St. skogsf.inst., skogsavd. (Stencil), Stockholm. [Sw.]
- , 1952. Om försök med sådd av tall- och granfrö i Norrland. — Medd. fr. Stat. skogsf.-inst., 41, nr 7. [Sw.sw.e.e.]
- , 1958. Om försök med plantering av tall och gran i Norrland. — Ibid., 47, nr 5. [Sw.sw.e.e.]
- TORKILDSEN, G. B., 1950. Om årsakene til granens dårlige gjenvekst i einstapebestand. — Blyttia, 8: 160. [Nor.e.]
- TORSELL, B., 1959. Hardiness and survival of winter rape and winter turnip rape. — Public. fr. Dep. Pl. Husb., Roy. Sch. Agric., 15. — Uppsala. [E.e.sw.]
- TRANKEVICH, N. N., 1936. Temperature regime on ridgy and level soil surface. — Meteor. i Hidrolog., no. 6. — Från Shul'gin, A. M., 1957. The temperature regime of soils. — Övers. fr. ryska av Isr. Progr. f. Sc. Transl., Cat.no. 1950. — Jerusalem 1965.
- TRANQUILLINI, W., 1957. Standortsklima, Wasserbilanz und CO₂-Gaswechsel junger Zirben (*Pinus cembra* L.) an der alpinen Waldgrenze. — Planta, 49: 612. [G.]
- , 1963 a. Über die Frostresistenz der Zirbe. — Mitt. d. Forstl. Bundes-Vers.anst., Mariabrunn, 60: 547. [G.g.]
- , 1963 b. Die CO₂-Jahresbilanz und die Stoffproduktion der Zirbe. — Ibid.: 535. [G.g.]
- , 1964. The physiology of plants at high altitudes. — Ann. Rev. of Pl. Phys., 15: 345.
- TROEDSSON, T., 1955. Vattnet i skogsmarken. — Kungl. Skogsh.sk. Skrifter, nr 20 [Sw.sw.g.g.]
- UHLIG, S. K., 1964. Abbau von Simazin (Chlor-bis-äthylamino-s-triazin) durch Forstgehölze. — Phytopathol. Zeitschr., 50: 289. [G.]
- , 1966. Untersuchungen über die Ursachen der Resistenz von Pflanzen gegenüber dem Herbizid Simazin. — Diss., Dresden. [G.g.]
- ULLRICH, H., 1962. Zur Physiologie von Frostresistenz und Frosthärtung. — Angew. Bot., 36: 258. [G.]
- UPCHURCH, R. P. — PIERCE, W. L., 1957. The leaching of monuron from Lakeland sand soil. — Weeds, 5: 321.
- MASON, D. D., 1962. The influence of soil organic matter on the phytotoxicity of herbicides. — Ibid., 10: 9.
- WAGENKNECHT, E., 1941. Über den Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf das Wachstum von Kiefernkulturen. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 73: 297, 369. [G.g.]
- WAHLGREN, A., 1922. Skogsskötsel (2:a uppl.). — Stockholm. [Sw.]
- WAIN, R. L., 1964. The behaviour of herbicides in the plant in relation to selectivity. — The physiology and biochemistry of herbicides, sid. 465, red. av L. J. Audus. — London.
- VASIL'YEV, I. M., 1956. Wintering of plants. — Washington, 1961. Övers. fr. ryska.
- WEAVER, J. E. — CLEMENTS, F. E., 1938. Plant ecology (2nd ed.). — New York.
- WEGER, N., 1949. Bodentemperaturen im Beeten verschiedenen Form und Richtung. — Meteor. Rundsch., 2: 291. [G.]
- WEHSARG, O., 1954. Ackerunkräuter. — Berlin. [G.]
- WEISE, G., 1961. Untersuchungen über den Einfluss von Kältebelastungen auf die physiologische Aktivität von Forstgewächsen. I. CO₂-stoffwechsel und Transpiration der Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.). — Biol. Zentr.bl., 80: 137. [G.g.]
- POLSTER, H., 1962. II. Stoffwechselphysiologische Untersuchungen zur Frage der Frostresistenz von Fichten- und Douglasienherkünften (*Picea abies* [L.] Karst. und *Pseudotsuga taxifolia* [Poir.] Britton). — Ibid., 81: 129. [G.g.]
- WELBANK, P. J., 1960. Toxin production from *Agropyron repens*. — The biology of weeds, sid. 158, red. av J. L. Harper. — Oxford.
- WELDON, L. W. — TIMMONS, F. L., 1961 a. Photochemical degradation of diuron and monuron. — Weeds, 9: 111.
- , 1961 b. Penetration and persistence of diuron in soil. — Ibid., 9: 195.
- VENN, K., 1962. Frostbelter. — Norsk Skogbr., 8: 591. [Nor.]
- WENTZEL, K. F., 1965. Die Winterfrost-Schäden 1962/63 in Koniferen-Kulturen des Ruhrgebietes und ihre vermutlichen Ursachen. — Forstarch., 36: 49. [G.g.]

- WETTERHALL, H., 1965. Strukturutvecklingen i jord- och skogsbruket. — Kungl. Lantbr.-styrel., Medd. Ser. C, nr 9. [Sw.]
- WHITE, D. P. — FINN, R. F., 1964. Frost damage in a tulip poplar plantation as related to foliar potassium content. — Pap., Mich. Acad. Sc. Arts a. Letters, XLIX: 75.
- WHITE, W. C. — WEISER, C. J., 1964. The relation of tissue desiccation, extreme cold, and rapid temperature fluctuations to winter injury of american arbovitae. — Proc., Am. Soc., Hort. Sc., 85: 554.
- WIBECK, E., 1909. Bokskogen inom Östbo och Västbo härad af Småland. — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 6: 125. [Sw.sw.g.g.]
- , 1920. Om olika skogsodlingsmetoders förhållande till uppfrysningsskadan i Norrland — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 17: 329. [Sw.g.g.]
- , 1959. Norrländska skogsodlingsförsök. — Stockholm. [Sw.]
- VIERECK, L. A., 1965. Relationship of White Spruce to lenses of perennially frozen ground, Mount Mc Kinley National Park, Alaska. — Arctic, 18: 262.
- WIKSTEN, Å., 1950. Några försök med omskolning av tall och gran. — Norrl. skogsv.förb. tidskr., sid. 231. [Sw.sw.]
- WILDE, S. A. — VOIGT, G. K., 1959. The effect of different methods of tree planting on survival and rate of growth of White pine on superior clay soils. — Wisc. Coll. Agric., For. Res. Note 43. (Fr. For. Abstr. 20: [4511]).
- WILDHAGEN, A., 1952. Om vekslingene i bestanden av smågnagare i Norge 1871—1949. — St. Viltunders. — Drammen. [Nor.e.]
- WITTICH, W., 1938. Wasserfaktor und Kiefernwirtschaft auf diluvialen Sandböden. Die Bedeutung der Bodendecke. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 70: 337. [G.g.]
- VOEVODIN, A. V. (red.), 1964. Herbicides. — Leningrad. Från For. Abstr., 27: [798].
- WOLLNY, E., 1883. Untersuchungen über den Einfluss der Pflanzendecke und der Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens. — Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, sid. 197. — Heidelberg. [G.]
- WOODS, F. W., 1960. Biological antagonisms due to phytotoxic root exudates. — The Bot. Rev., 26: 546.
- WORT, D. J., 1964. Effects of herbicides on plant composition and metabolism. — The physiology and biochemistry of herbicides, sid. 291, red. av L. J. Audus. — London.
- YEATMAN, C. W., 1955. Tree root development on upland heaths. — For. Comm., Bull. 21.
- YLI-VAKKURI, P., 1961. Snow and frozen soil conditions in the forest. — Acta For. Fenn., 71.5. [Fi.fi.e.e.]
- ZACHAROWA, T. M., 1929. Über den Gasstoffwechsel der Nadelholzpflanzen im Winter. — Planta, 8: 68. [G.]
- ZEHETMAYR, J. W. L., 1954. Experiments in tree planting on peat. — For. Comm., Bull. 22.
- , 1960. Afforestation of upland heaths. — Ibid., 32.
- ZEIDLER, G., 1964. Die forstlichen Winterschäden 1962/63 in Westfalen-Lippe, ihre Ursachen und Folgerungen. — Forst-u. Holz., 19: 207. [G.g.]
- ZIEGER, E. — PELZ, E. — HORNG, W., 1958. Ergebnisse einer Umfrage über Umfang und Art der Frostschäden des Winters 1955/56 in den staatlichen Forstwirtschaftsbetrieben der DDR. — Arch. f. Forstw., 7: 316. [G.g.russ.e.]
- v. ZITZEWITZ, H., 1965. Wachstumsbeeinflussung durch Anwendung chemischer Unkrautbekämpfungsmittel in Kulturen. — Forst-u. Holz., 20: 400. [G.]
- , 1966. Wie werden chemische Unkrautbekämpfungsmittel von Kulturen vertragen. — Ibid., 21: 141. [G.g.]
- ÅGE, P. J., 1963. Markberedning med SFI dubbelkultivator. — Skogen, 50: 152. [Sw.]
- ÅKERHIEM, L., 1946. Om skogar i Västergötland. — Sv. skogsv.för. tidskr., 44: 481. [Sw.]
- , 1950. Ekskogen på Visingsö. — Sv. skogsv.för. tidskr., 48: 298. [Sw.]
- ÅLVIK, G., 1939. Über Assimilation und Atmung einiger Holzgewächse im westnorwegischen Winter. — Medd. fr. Vestl. Forstl. Forsöksstat., nr 22. [G.g.nor.]
- ÅNGSTRÖM, A., 1924. Preliminär undersökning rörande temperaturförhållanden över torr och sank mark. Tekn. Tidskr., 54, häfte 4. [Sw.]
- , 1925. The albedo of various surfaces of ground. — Geograf. Ann., 7: 323.
- , 1936. Jordtemperaturen i bestånd av olika täthet. — Medd. fr. St. skogsförs.anst., 29: 187. [Sw.sw.e.e.]
- , 1958. Sveriges klimat (2:a uppl.). — Stockholm.
- ÅSLANDER, A., 1951. Åkergräs. — Jordbrukslära, sid. 571. (7:e uppl.), red. av V. Lengdén. — Stockholm. [Sw.]
- ÖSTLIND, N., 1949. Odlingsförsök med fruktträd vid Alnarp 1938—1948. — St. Trädg.-förs., Medd., nr 54. [Sw.sw.e.]

Summary

Studies of Methods employed in the Planting of *Picea abies* (L.) H. Karst. and *Pinus silvestris* L. on Farm Land in Southern and Central Sweden

Introduction

Acting Professor EINAR HUSS and Professor ERIC STEFANSSON of the Department of Reforestation at the Royal College of Forestry in Stockholm, Sweden, commissioned me in 1959—1960 to study methods of converting abandoned farm land into forest.

The background to this study was the continuous depopulation of the Swedish countryside which has involved an increased number of closures of smallholdings and farms on inferior land. Surveys have shown that between 0.5 and one million hectares of land used for agricultural production may go out of use. At present each year sees the conversion of approx. 20,000 hectares of arable land into forest in Sweden.

One can calculate that if approx. 0.5 million hectares of arable land is turned into productive forest land the value of the yield of Swedish forestry will increase by approx. ten per cent provided that such plantings yield the expected result.

Chapter 1. Terminology and Descriptions

Terminology

Treatment: Experimental procedure or measures applied on test plot. Treatment can involve planting method, planting method in combination with soil-treatment methods, etc.

Standard error: The calculated standard deviation of the average value from the true mean.

Planting method. Description of method of planting implements on existing ground. Different methods of soil treatment are not included here.

Plant nomenclature: This is in accordance with the list compiled by HYLANDER (1955). As the authority for different species is given in the list, the names of plants are given in Latin in the text and tables without the authority being indicated.

Symbols and Descriptions

E_1, E_2	= the effect after one, two or more growing seasons on the vegetation after spraying with herbicide (cf. Chapter 13).
H_0, H_1, \dots	= seedling height in centimetres at planting, and one growing season after planting, and so on (cf. 4.4).
M	= mean
N	= number
V	= vitality of plant (cf. 4.4). Index 1—5 refers to the time of revision after planting.
V.r.s.	= Degree of competition from the vegetation against the seedlings (cf. 4.2).
$\ddot{O}p_1, \ddot{O}p_2, \dots$	= survival percentage, one, two or more growing seasons after planting (cf. 4.4). Occasionally the year is used as an index, e.g. $\ddot{O}p_{1961}$. In this example the survival percentage refers to the regular revision for 1961.
*, **, ***	= significances of 5, 1 and 0.1 per cent. If more than two methods are tested and the mean of the methods is given in the tables, the number of asterisks indicates the significance in comparison with the standard method.

Chapter 2. Notes on the extent and the significance of planting on arable land

See Introduction.

Chapter 3. General line of the study

A reduction in the competing vegetation is of great importance for the survival and development of seedlings in planted forests, and this has been demonstrated by the results obtained from forest land by HEDEMAN-GADE (1945), CALLIN—HANSSON (1955, 1959), HUSS (1958), HÄGGSTRÖM (1958), TIRÉN (1958), SÖDERSTRÖM (1959 a) and BÄRRING (1965 c).

As the vegetation on abandoned arable land often constitutes a nuisance when planting tree seedlings, the work has been directed primarily to the study of the different possibilities for reducing the vegetation competing with the tree seedlings.

On forest land, the above-mentioned works show that under normal conditions there are no great differences in the results obtained from different planting methods given the same soil treatment. Whether this is the case on arable land, too, has been the subject of investigation.

Furthermore, as machine planting facilitates rationalisation measures, it was considered of importance to make a comparison with manual planting as to the biological result of the respective planting methods.

During the test period the marked-out experimental plots suffered two disasters, namely, attacks by rodents during the winter of 1961—1962 and damage probably resulting from climatic conditions during the transition period between winter and spring in 1964. The layout of the plots (Chapter 4) made it possible to study in the various treatments the variations in the distribution of the damage caused by the disasters; by repeating this layout, comparable data could be obtained.

As far as possible the planned experiments aimed at providing an interpretation of the importance of certain major treatments (e.g. ploughing, screening, herbicide application etc.). This was brought about partly by comparing them on a number of plots and partly by using the same common control on almost all plots, cf. 4.6. Investigations were also made to elucidate alternative methods of carrying out the major treatments.

Chapter 4. Methods used for the arrangement, description and revision of the experimental plots

The experimental plots were set out according to the method developed at the Institute by the late Professor LARS TIRÉN (1952). In brief, the method involves the plots' being set out as block experiments, and in the present case the use of five blocks was the most common. The treatments were distributed at random within each block and were represented there by a row of 30 seedlings. Seedling spacing was 1.5 metres \times 1.5 metres.

The plots were planted in the spring and revision took place in the autumn (after 1 August). A description was made of the plots at the time of planting.

This chapter contains an account of certain general principles involved in the setting out of the plots. The techniques used in the different treatment methods are touched upon in the account of the results obtained from the respective treatment methods.

4.1 Soil Type

The soil type in the experimental plots was determined by digging a section pit to a depth of 0.5—1 metre. The following distribution of soil types in the main is that used by ATTERBERG, cf. EKSTRÖM (1926), TIRÉN (1946) and TAMM (1948).

I. Heavily graded types of mineral soils

- | | | |
|-------------------|------------|----------------------------------|
| 1. Boulder soil | grain size | > 200 mm |
| 2. Stony soil | „ „ | 200—20 mm |
| 3. Gravel | „ „ | 20—2 mm |
| 4. Coarse sand | „ „ | 2—0.6 mm |
| 5. Medium sand | „ „ | 0.6—0.2 mm |
| 6. Fine sand | „ „ | 0.2—0.06 mm |
| 7. Very fine sand | „ „ | 0.06—0.02 mm |
| 8. Silt | „ „ | 0.02—0.002 mm |
| 9. Light clay | „ „ | < 0.002 mm; clay content 13—29 % |
| 10. Medium clay | „ „ | < 0.002 mm; clay content 30—40 % |
| 11. Heavy clay | „ „ | < 0.002 mm; clay content 40—60 % |

II. Lightly graded types of mineral soils

1. till with stony surface
2. till with gravel surface

III. Ungraded types of mineral soils (till)

1. Gravel till
2. Sandy till
3. Fine sandy till
4. Silt till
5. Clay till
6. Moraine clay

IV. Organogenic types of soil

1. Moorland peat
2. Moss peat

Where the section shows that there are several layers of soil types, the bottommost soil type is given first in the tables. If the topsoil—irrespective of the natural higher content of humus and where clay is concerned a somewhat lighter structure—differs considerably from the subsoil, this is indicated in the table.

4.2 Vegetation

In the autumn, as a rule after the first growing season, the dominant plants growing on the plots were noted on a special form. Only the main species of grass have been reported. The occurrence of the different species was registered using the Hult—Sernander cover scale, HULT (1881), SERANDER (1921), cf. BROWN (1954), p. 43. The highest degrees of cover in this system are r (*riklig* = rich) and y (*ymnig* = abundant), which indicate a degree of cover of 25—50 per cent and 50—100 per cent respectively, were each divided into classes, namely, r— and r+, and y— and y+ respectively, each with a similar range of

classes within the respective degree of cover. In addition to indicating the degree of cover of the individual species there was noted for each experimental plots how great a percentage of the surface area was covered by vegetation. Where this vegetation consisted of grass, the degree of cover was assessed either on the plot or calculated on the basis of the degree of cover of individual species.

Also other methods were used to assess the vegetation quantitatively. In certain cases the vegetation on areas of 0.5 sq.metres was weighed. Ten such small areas were distributed at random throughout each experimental plot.

In certain cases there is a need of a simple method to characterise the abundance of the vegetation. For this purpose use was made of a technique which was devised originally for complementing the description of the effect of the application of herbicide on vegetation. The technique involves the relative degree of competition from the vegetation (V.r.s., which is the abbreviation for the Swedish term *vegetationens relativa svårighetsgrad*) being assessed with regard to the risk of suppression by the vegetation to which every seedling is exposed. In connection with the measuring of the height of the seedlings at the revisions the V.r.s. for each seedling was allotted to one of the following classes: 1 = not troublesome, 2 = somewhat troublesome, 3 = troublesome, and 4 = very troublesome. For the classification in the field the following criteria were used: (1) main part of seedling projecting above the vegetation, (2) terminal shoot of seedling projecting above the vegetation, (3) terminal shoot of seedling at the level of or slightly below the parts of the vegetation which have the suppressing effect, (4) seedling completely covered by the vegetation. Approximately how the V.r.s.-classes appear in the field can be seen from BÄRRING (1963 a), Figure B.1.1.

If the V.r.s. is made to relate to a specific height of seedling for a planting method common to each and every plot, there will be a certain possibility of comparing the abundance of vegetation—correlated with its competing ability—on different experimental plots. The height selected as the standard was 25 cm, which gives the term V.r.s.₂₅. This is calculated for treatment with auger planting directly into the vegetation, which is standard for almost all of the plots. The seedlings were divided in height classes at intervals of 5 cm. The mean of the V.r.s. points determined in the field was calculated for each height class and plotted on millimetre graph paper on top of the mean for the respective height class, BÄRRING (1963 a), Figure B.1.2. The points were evened out numerically in accordance with the method of least squares by

means of the equation $y = a + bx$ or $y = a + b \cdot \log x$. The equalisation was made graphically for two plots. The straight line dominated, cf. Appendix 4.1, which shows the above-mentioned relation during the first growing season after planting for all the plots. The V.r.s. concept, which was first applied in 1960, refers to the relation after the second growing season for plots started in 1959.

In order to get as objective a check as possible for the assessment of the V.r.s. the average height of the vegetation on a number of plots was obtained during 1961 in a way which closely corresponds to that described by VAN DER SCHAAF (1957). The measurements were carried out at ten points on each plot with two points in each block in the untreated experimental row. The extent of the vegetation was measured using a board 20 cm wide with graduations of 5 cm. The vegetation covered the extent of the board completely up to a certain line, and the height above the line was taken as the height the vegetation would reach if evened out so that it would cover the entire extent of the board. The measuring of the extent of the vegetation was easily accomplished on plots with close vegetation, cf. Figures 4.3—4.5. On plots with sparse vegetation certain difficulties arose with regard to the closeness of the vegetation; the measurements in these cases are subject to error.

Owing to the way and the conditions in which the measurements were made it should be possible to obtain a relation between the V.r.s.₂₅ and the average height of the vegetation, as the height in its turn is related to the closeness of the vegetation. Figure 4.2. shows the connection attained between the V.r.s.₂₅ and the average height of the vegetation from plots with associated values, Table 4.1.

As is shown in Figure 4.2, the V.r.s. for a 25-cm seedling has been put at 2 when the average height of the vegetation was 31 cm. The V.r.s. concept has been applied somewhat more moderately than the definitions of the different difficulty classes drawn up would indicate.

The V.r.s.₂₅ concept seems, according to the survey, to be usable to indicate the abundance of the vegetation in general. Figures 4.3—4.5 provides an example of the vegetation conditions with different V.r.s.₂₅ classes.

The length of the grass has been used in agricultural research work in the Netherlands for the assessment of the production of dry substance from grassland, MAKINK (1957), v. d. SCHAAF (1957) and BAKHUIS (1960), as well as in other countries, see the latter author and HANSSON—CHURCHILL (1961).

The values of V.r.s.₂₅ given in different connections below have been corrected to the assessment level of the surveyor. In the main, the

revisions were undertaken by two observers, Nos. 1 and 2. Observer No. 1 was responsible for the major part of the revisions. Correction possibilities were provided by having a number of plots assessed by both the observers. Correction was necessary only for the revisions of 1963—1965, Figure 4.6.

4.3 Other Observations and Notes

The moisture content of the soil is indicated as follows: T = dry (Swedish *torr*), Fr = fresh (*frisk*), Fu = moist (*fuktig*).

When the plots were set out the approximate height of the growing grass was noted. The presence of withered vegetation was classified with regard to the hindrance it would cause in the spraying of the herbicide as to the possibilities of the liquid coming into contact with the soil and to the growing seasonal vegetation. Examples of the classes used: 1 = absent, 3 = medium, and 5 = very rich.

4.4 Revision

The plots were subjected to regular revisions after the first, second, third, and fifth growing seasons. Each seedling was given its own number and this made it possible for its development to be continuously followed. The revisions carried out during the period under survey were distributed in such a way that 95 per cent took place after 10 August and only five per cent between 1 and 10 August. According to ROMELL (1925), it is possible to assume that almost 100 per cent of each year's increase in height can be registered.

On the basis of the number of live seedlings it was possible to calculate the survival percentage, i.e. the number of live seedlings as a percentage of the number of seedlings planted.

The height of the seedling was measured to the nearest centimetre, taking the highest living part of the plant. With an undamaged seedling this means that the height to the tip of the apical bud was measured. The height of the seedling when planted was obtained by measuring it either immediately after planting or after one growing season, but in the latter case without including the apical shoot of the year of planting.

The seedling vitality, which in certain connections provides a usable description of the appearance of the seedlings, was indicated for each individual plant on the following 0—5 scale: 0 = dead, 3 = medium, and 5 = excellent. The greatest advantage of this classification is that it offers the possibility of making comparisons within the plots and thus in certain cases can act as a supplement to the data on the increase in height.

The damage suffered were registered for each seedling involved and were given special denomination.

4.5 Seedlings

Norway spruce was the dominant tree species and 2/2 seedlings of this species and 2/1 of Scots pine were used. In certain cases 2/1 seedlings of Norway spruce and 1/1 seedlings of Scots pine were used.

The seedlings were procured by the nurseries of the County Forestry Boards or made available by forest owners from their own nurseries. Within the plots the seedlings were of uniform origin.

Before planting was commenced the seedlings were sorted and counted out into bundles of thirty, i.e. the number of seedlings required for one treatment per block. The sorting was done in such a way that as far as possible the bundles contained seedlings of similar quality.

Before planting out all the seedlings in the bundles were trimmed so that long roots with few root hairs were removed. Photographs were taken on a number of plots of some representative seedlings, see Figures 4.7—4.8. Furthermore, in the case of 20 plants measurements were taken of the above-ground part and average root length. With reservation for the difficulties encountered in the measuring of average root length, Table 4.2 gives the mean and the standard deviation for the measured units per plot where measurements were made.

At the time of planting the shoots on most of the seedlings had not begun to elongate. Seedlings of indigenous provenance were planted on the major part of the plots, cf. Appendix 5.1.

When the plots were set out the plant material used was described qualitatively.

Points were allotted on the basis of field description of the plants prior to the processing of the collected material on a 1—5 scale: 5 = excellent, 3 = medium, and 1 = poor. The distribution of the plant material as to seedling quality can be seen from table in the Swedish version.

Where plants were placed in a lower class the causes were approximately equally divided between the drying out of the seedlings and the appearance of the plants. However, in no case was a lower class than 3 used for the latter cause. As the survey is based on comparisons on experimental plots the occurrence of inferior plants on some plots usually plays a minor role.

4.6 Planting

Planters were made available by forest owners or were locally employed. Accordingly, various planters have been responsible for the planting of plots situated in different places. Prior to and during the planting work the planters were instructed by the person in charge of the experimental plots, who was also present at the setting out of the plots.

On almost all plots the standard practice has been one-man auger planting using the drill designed by the Swedish Forest Service ("*Domänborret*"). Unless otherwise stated planting was done on existing ground without further treatment of vegetation or soil.

4.7 Grass Removal

There has been no regular removal of grass. However, at the revision during the first years after planting it was often necessary to push the vegetation slightly out of the way in order to be able to measure the height of the seedlings and register the damage suffered. Probably this has reduced the pressure of the vegetation on the seedlings to some extent.

Chapter 5. Experimental plots

During the period 1959—1965 there were set out 75 experimental plots (73 of Norway spruce and 2 of Scots pine) situated as shown in Figure 5.1. A description of the plots is given in Appendix 5.1, which shows the results attained by standard auger planting.

Certain badly damaged plots were abandoned after some years, see Appendix 5.1. The dominant vegetation is shown in Appendix 5.2.

As to the main types of soils the plots are distributed as follows: 13 on sandy soil, 21 on light clay, 23 on heavy clay and 18 on peat.

Most of the plots were set out on grass fields and pasture land.

Chapter 6. Processing of material and account of experiment

The major treatments could not be compared on all plots. The main material for the investigation of the importance of these treatments is thus obtained by comparing each of them with the common control. The statistical examination is thereby facilitated by the use of "Student's" *t*-test.

The next stage in the process was to make a comparison between the major methods.

In each individual comparison the same planting method—mostly auger planting—was used, except when comparing planting methods.

Standard methods were used for the statistical tests. When testing the survival percentages these were generally converted using the formula

$$y = 2 \arcsin \sqrt{x}$$

where

x = survival percentage and y = the conversion values used in the test.

The conversion was made using the table published by HALD (1948). The purpose of the conversion can be seen from JEFFERS (1960).

Chapter 7. Reading of planting results

A number of comprehensive planting studies which have been carried out in Scandinavia have been based on the results registered after from two to five growing seasons, see the table in the Swedish version.

In the present study efforts have been made to make three years the minimum period for survey. The results obtained after three years were impaired by the existence of five-year-old experimental plots. In certain cases two-year-old experimental plots were included in order to have more comprehensive material.

Chapter 8. Air Temperature and precipitation during the period of survey

On the basis of data obtained from official meteorological stations of the Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) the average air temperature and precipitation were calculated. The stations chosen were situated in the vicinity of the experimental plots (cf. Figure 5.1). The mean figures constitute the annual average and the average for the growing season May—August. The normal values, based on data from 1931 to 1960, are given, too.

With the exception of 1959, the characteristics of the weather during the periods under survey during the years 1959—1965 were generally higher rainfall and lower temperatures than normal during the growing season, Figure 8.1. The year 1959 is known for being a dry year with often less than half the normal precipitation during May—August and at the same time higher than normal temperatures.

Only two of the 75 plots had been arranged by 1959 and thus for most plots the weather during the period under survey in the main has been favourable for the plants to take root.

Chapter 9. Influence of weather and plant quality on seedling survival

For the evaluation of the test results it is useful to know if the

variations in plant quality and weather conditions have had an effect on the planting results.

$\ddot{O}p_1$ is used as the best indicator of the influence of plant quality and of the weather and other factors on growth. Where auger planting directly into the surface of the soil is used the mean for $\ddot{O}p_1$ varies between 96.5 and 99.8 per cent for the years 1960—1965 on plots where the seedlings used have been classified as medium—excellent (classes 3—5). $\ddot{O}p_1$ was as low as 40.8 per cent for the dry year 1959.

The influence of plant quality was examined only for the years 1960—1965. No significant differences between the quality classes were noted. The wet weather is considered to be a cause of this. In other connections the importance of the plant quality has been demonstrated more clearly, see references at the end of 9.2 in the Swedish version.

Chapter 10. Comparison between conventional planting methods

The planting implements used are shown in Figure 10.1. The following planting methods were tested on a large number of plots, auger planting, SFI planting and planting in open pits. All such planting was undertaken as a one-man job. In the main the method of planting is in accordance with CALLIN—HANSSON (1959). However, where auger planting was employed the cone of soil was removed just prior to the seedling's being planted.

Table 10.1 shows the results attained on individual plots where planting was done in the soil surface or in screeded patches.

As can be seen, there are no significant differences on the mean $\ddot{O}p_3$ with the various methods. There were significant differences between methods on some plots, see Table 10.2. The results attained by a method were not constant throughout, and thus the average values differed only slightly from each other. The following values of $\ddot{O}p_3$ were obtained with Scots pine and Norway spruce:

Auger planting	85.6	} (24 comparisons within plots)
SFI planting	85.3	
Auger planting	76.3	} (16 comparisons within plots)
Open pit	76.1	

On representative soil types the various methods did not result in any differences.

Also for height growth there were only small differences between the methods. However, SFI planting gave a greater height growth after three growing seasons; in the cases of both Scots pine and Norway spruce this was five per cent greater than the growth of auger-planted seedlings. The difference was significant at the five per cent level for

Norway spruce and at the two per cent level for Scots pine + Norway spruce.

Regarding seedling survival the test results correspond with the results from other surveys where a comparison of methods has been made with the same soil treatment, HUSS (1958), TIRÉN (1958), CALLIN—HANSSON (1959), BÄRRING (1965 c), MØRK—BJØRGUNG (1954). In special circumstances there can be a difference between methods, cf. MESHECHOK (1958) and CALLIN—HANSSON (1959).

Chapter 11. Planting with and without screefing

Screefing means exposing the mineral soil in squares of 40 cm × 40 cm in size. The planting was done in the middle of the squares.

In section 11.1 the results of other surveys are discussed (see Chapter 3); these show that screefing has been a factor of great importance for the survival and development of seedlings on forest land.

The ecological effects include an improved water retention by the seedlings in the squares as compared with grass-covered soil, cf. BARTELS (1933), STÅLFELT (1937) and WITTICH (1938), as well as increased soil temperature, cf. MØRK (1933) and ÅNGSTRÖM (1936); this in turn leads to an earlier thaw in the upper layers of the soil, see further Chapter 16. Negative effects occur, too—increased risk of frost-heaving in fine-grained soil and in peat soils. In damp or tightly packed soils the oxygen supply to the roots may deteriorate for seedlings planted in squares where deeper pits occur. Usually the oxygen supply decreases with increased depth of soil, RUSSELL (1950).

Table 11.1 shows the results attained on individual plots.

After three growing seasons the average survival percentage was 13 per cent greater with planting in squares than with planting among vegetation. The difference was determined statistically at a significance level of one per cent. The said difference was greater than 11 per cent for the five-year plots, which were outnumbered by the three-year plots by 2 : 1. The difference approached the five per cent significance limit. On plots which were hard hit by the late winter of 1964 (see Chapter 16) the survival percentage was 50—70 per cent greater with screefing. Also on plots laid out during the dry year of 1959 there were similar differences in favour of screefing.

Also the height growth of both Norway spruce and Scots pine was significantly greater after three growing seasons where screefing was done. The stimulating effect on the plants began on average at the second growing season and was of the same or greater magnitude during the third growing season. Where screefing was done the growth of

seedlings of both species was 15 per cent greater than it was when they were planted in vegetation. The effect of broken-up soil on growth was the same after five years as after three years. After five growing seasons the superiority of growth on screefed patches approached the five per cent level of significance.

In the average case screefing decreased the competition of the vegetation against the seedlings to some extent, see Table 11.3. However, in many cases this was not carried out to such an extent as to make grass removal superfluous.

On three experimental plots the nutritional condition of the seedlings of Norway spruce with screefing was studied by collecting the annual needles in the late autumn after the first growing season. Collection and analytical methods are described in Chapter 13. The needles of seedlings planted in vegetation and seedlings planted in screefed squares showed no great differences in their content of nitrogen, potassium, phosphorous or magnesium, as set out in section 11.6. On one plot there was a significantly lower nitrogen content in the seedlings planted in a screefed square, while on two plots the content was negligibly or insignificantly greater compared with that of seedlings in vegetation. Irrespective of this the plant growth during the second growing season was greater in screefed squares than in vegetation.

Frost-heaving occurred only to a limited extent.

Chapter 12. Effect of ploughing methods on planting results and vegetation

Sweden has been using methods of ground preparation for a long time for seeding and planting on forest land. Ploughing has been used on stone-free land, LUNDBERG (1952), MAGNUSSON (1957) and HÄGG (1963 a, b).

Ploughing has been used since ancient times all over the world, cf. JOHANSEN (1965), BURCKHARDT (1858), STUMPF (1870) and ZEHETMAYR (1954, 1960). The great importance of ploughing has been demonstrated by LØFTING (1939), WAGENKNECHT (1941) and ZEHETMAYR (1954, 1960).

In addition to full ploughing (a) different placing of seedlings was tried when using ridging, Figure 12.1. Ploughing was carried out either in the autumn prior to or during the same spring as the planting was done, Table 12.1.

Norway spruce seedlings proved to develop better in mineral soils when planted on narrow ridges which allowed some of the roots to reach down to layers under the ridge (b) than when planted on broad ridges where the roots were contained within the ridge (c), Table 12.2,

Figure 12.2. After two growing seasons growth was 42 per cent greater on narrow ridges compared with that on broad ridges (significance one per cent). This can be different in the case of peat soils, especially where Scots pine is involved.

Table 12.3 seems to indicate that the question whether planting is to be done on autumn-ploughed or spring-ploughed ridges is of less importance with mineral soils.

None of the tested variations to method (b) planting, Figure 12.1, proved to be markedly better than method (b), Table 12.4.

Table 12.5 shows the results plot by plot of the comparison between planting on ridges according to the standard method (b) and planting on unprepared ground. Both the survival percentage and the height growth were significantly (1—5 per cent) better with ridge planting, see subsection 12.4.4 in the Swedish version. However, after the second growing season the survival percentage was somewhat lower with ridge planting than with planting on the surface in the case of a comparatively high percentage of plots. The reason why is that seedlings on ridges were more badly damaged on some plots during the late winter of 1964 than seedlings planted on the surface, see further Chapter 16. After a time, however, the seedlings on the ridge seem to have recovered better than the seedlings on the unprepared ground, cf. Tables 12.5 and 16.3.

As can be seen from Figure 12.3, seedlings planted on ridges seem to have had initial difficulties. Consequently, growth during the first growing season is somewhat less here than on unprepared ground. Table 12.6 sets out the results from different soil types. The initial difficulties are encountered primarily with heavier soils, while the height growth of Norway spruce seedlings was apparently stimulated as early as the second growing season on lighter soils. The declining reaction on some plots between the third and the fifth growing seasons may be only apparent. The notes taken at the five-year revision, which took place after the spring 1964, indicate that damage may have occurred in the late winter and that seedlings on ridges were exposed somewhat more than seedlings planted on unprepared ground, cf. Chapter 16. Also, when the whole material was distributed by soil types, Table 12.7, there appeared to be a declining growth reaction with ridge ploughing with increasing heaviness of the soil.

Table 12.8 gives the results for planting on completely-ploughed and unploughed ground in adjacent plots, cf. Figures 12.4—12.5, also BÄRRING (1963 a), Figures 11 and 13—14. All the pairs of plots, except S.949—50, suffered damage: S.1017, S.1020, S.1022—23, S.1013—14

and S.1018—19 were attacked by voles during the winter of 1961—1962, cf. Chapter 15, and S.1064 was damaged in the late winter, Chapter 16. All the plots which were damaged by voles had been planted in the spring of 1961, i.e. the year when there was an enormous proliferation of field voles. With the changes in vegetation during 1961, see below, the biotope of the field voles on the ploughed surfaces was reduced, and this lessened the damage on some plots, cf. BÄRRING (1963 a). Ploughing had a very small effect on the grass growing on plot S.1019. Here the damage caused by the voles was greater than on the unploughed control plot, S.1018, cf. Chapter 15. The importance of complete ploughing has evidently something to do with the changes in vegetation which had occurred. These were studied, first, according to the V.r.s. concept, Chapter 4, secondly, by weighing the vegetation on distributed small areas, Chapter 4. Table 12.9 shows the results of complete ploughing, and Table 12.10 the results of ridge ploughing, cf. also Figures 12.6—12.14. In Table 12.9 is noticeable that water voles had been fed with couch-grass rhizomes on plots S.1013 and S.1019 during the winter of 1961—1962. Consequently the grass on these plots was considerably thinned during 1962.

The conclusion can be drawn that complete ploughing alone can be assumed to bring about changes in vegetation which are more favourable for seedlings, primarily where the interspersion of species with vegetative propensity is small, cf. Figure 12.15. The fact that abandoned arable land often contains considerable quantities of seeds from weeds and latent vegetative proliferation organs, cf. KORSMO (1926), probably makes it difficult to predict changes in vegetation. In order to obtain more favourable changes in vegetation than those which complete ploughing alone seems to bring about in certain conditions, more intensive methods of ground preparation are probably necessary, cf. FAIL (1956) and HAY (1962).

Regarding micrometeorological measurements of air and soil temperature in connection with ridge ploughing, see Chapter 16.

Chapter 13. Effect of herbicides on the planting results and vegetation

Section 13.2 deals with the properties of the herbicides used. There are two distinct types, namely, foliage herbicides (amitrole, dalapon), which are readily soluble in water, and soil herbicides (atrazine, simazine and diuron), which do not dissolve easily in water. The commercial preparations of the herbicides used contain the following percentages of active substance: amitrole: 50 per cent, dalapon (sodium salt of dichlorpropionic acid): 74 per cent acid equivalent, atrazine and sima-

zine: 50 per cent, amitrole + diuron: 50 per cent, amitrole + 25 per cent diuron.

Within a week of planting the herbicides were sprayed around the seedlings over an area of 70 cm \times 70 cm. When applying soil herbicides no measures were commonly taken to protect the seedlings from becoming coated with the liquid. When foliage herbicides were applied the seedling where the spraying was being done was protected in the standard way by using a sheet-metal cone. On some plots, Tables 13.1 and 13.2, comparisons were made of the tolerance of the seedlings to foliage herbicides when the spraying was done with or without the use of a cone (on plot S.1015 the plants involved with the last-mentioned treatments were intentionally sprayed in this connection). The amount of liquid applied corresponded to 1,500 litres per hectare. The quoted dosages of the commercial preparations are for one hectare of fully sprayed area. Fair weather seems to have prevailed for at least 24 hours after the spraying in the case of the majority of the plots. Measurements of the volume of spray used in the various treatments indicate that spraying was generally uniform throughout. The effect of the spraying on the vegetation was assessed in the main treatments after one and two growing seasons on the basis of the degree of cover of the vegetation which had grown up on the sprayed area, using the cover scale 0—10, where 0 = no effect (rather full cover of vegetation on the sprayed area) and 10 = full effect. The assessment was undertaken by two observers. By double revision it was possible to convert one from the other, Figure 13.1. Assessments were checked by weighing the vegetation cut from areas sprayed with herbicide on a number of plots chosen at random, Figure 13.2. In Appendix 13.1 the assessed effect and the weight of the vegetation as well as the dominant plants on individual areas are given. Tests show that no significant deviations occur between the regression line of individual herbicides and the total regression line in Figure 13.2. The reasons for the spread in Figure 13.2 include deviations in the composition of species in the ratio between weight and degree of cover, and sometimes the occurrence of vigorous vegetation in the immediate vicinity of the plants in those cases where a protective cone was placed over the seedlings when spraying, Figure 13.3.

Appendix 13.2 contains the spraying and planting results of different treatments on individual plots.

Norway spruce seedlings, even if they had showed signs of damage at first (Table 13.3), put up a good resistance to amitrole and dalapon, see Tables 13.1—13.3. The main drawback of the plants being subject-

ed to spraying seems to have been an impaired height growth, which is significantly less (five per cent) in relation to the growth of protected seedlings.

Table 13.4 shows the importance of dosage. Between the dosages the differences in the planting results and also in the effect on the vegetation are fairly small. Generally the differences are greater between untreated ground and that treated with herbicides. The fact that the survival percentage for the treatment with soil herbicides is less than with the control is probably due to special conditions, see below.

Table 13.5 gives the planting results with treated and untreated ground by herbicide and dosage. With the following herbicides and dosages the mean has been calculated even after the exclusion of a few plots, see below.

atrazine	10 kg/ha:	S.949—50
„	20 „	S.949—50, S.1012, S.1076
simazine	10 „	S.949—50
„	20 „	S.949—50, S.1011—12

Almost all comparisons showed a better planting result with the application of herbicides, even soil herbicides. The latter seem to have had a more stimulating effect on growth than foliage herbicides.

Section 13.5 touches upon some ecological conditions which seem to influence the effect of the herbicides on the planting result. Table 13.6 shows that simazine and atrazine had throughout a negative effect on the plots mentioned above, S.949—50 and S.1011—12. All these plots are situated on the same bog area, the Lönndalen Bog, cf. BÄRRING (1963 a) and Figure 13.4. The subsoil water was measured on all the plots, but accounts are given for only S.949—50 (where most measurements were made), Figures 13.4—13.6. Subsoil water conditions were less favourable on plots S.1011—12 than on plots S.949—50. Figure 13.4 shows that the plant mortality is concentrated in the wettest parts of the bog and that the mortality was significantly greater after the application of herbicide, see Table 13.7. Table 13.6 also seems to indicate that the foliage herbicides did not act as negatively as soil herbicides on the bog, see Table 13.8.

Subsection 13.5.3 shows that this applies also to SFI planting. Here it is shown furthermore that seedling mortality was significantly greater when soil herbicide was applied with this method (roots close to the surface) than with auger planting (with vertical roots). This supports the idea that the cause of seedling mortality may be that the roots of the seedlings, owing to the damp site conditions, have been able to absorb harmful quantities of soil herbicides, cf. precipitation in 1961

—1963 for the Linköping station, Figure 8.1, and BURSCHEL (1963), RODGERS—WILCOX (1963) and UHLIG (1966).

As appears in Tables 13.4—13.5, the height growth of seedlings of Norway spruce and Scots pine was stimulated by soil herbicides and a mixture of foliage herbicide and soil herbicide. During the field work it was noted that the stimulating effect on the growth of Norway spruce seedlings was often lacking or insignificant during the first two years on areas without vegetation when the spraying was done. Also there was no change in colour on such areas compared with grass-covered areas when treated. On the last-mentioned areas seedlings often took on a deep-green colour after herbicide spraying. This matter could be investigated on three pairs of plots on clay soil, Table 13.9, which had escaped severe damage during at least two growing seasons. Each plot of each pair of plots was planted at the same time with the same type of seedlings. The distance between the individual plots varied between 1 and 15 km. Table 13.9 and subsection 13.5.2. show a powerful stimulation in growth on the grass-covered plots after two growing seasons, while such an effect was lacking on stubble-fields despite the fact that a large number of weeds sprang up on such fields during the first growing season. During the third growing season after spraying there was a positive reaction to the spray also by plants on the stubble-fields. This reaction was, however, considerably less than the increased increment at the same time for seedlings on areas grass-covered when treated. As a possible explanation of the different behaviour of plants on the sites it has been suggested that seedlings on bare soil can absorb larger quantities of herbicides and the results on plot S.1076 would seem to indicate this, see the table in subsection 13.5.2 in the Swedish version. Another explanation would be the differences in the nitrogen content of the soil, cf. RUSSELL (1950).

As soil herbicides are adsorbed close to the surface of the ground, see BURSCHEL (1963) and others, the question may be put whether planting methods where the roots are relatively close to the surface cause damage to the seedlings. Table 13.10. indicates that this would not seem to be the case, except on damp sites (S.1011), see above.

Section 13.6 contains a comparison of the various herbicides within plots, see Tables 13.11—13.12. There are no great differences in the effect of herbicides on planting results. However, atrazine seems to have stimulated the growth of Norway spruce seedlings somewhat more than simazine and dalapon, and also to have had a significantly more favourable effect on the vegetation than the two last-mentioned herbicides. Norway spruce and Scots pine seedlings tolerated atrazine equal-

ly as well as simazine, despite the greater solubility of the former in water. There was a similar effect with the combination herbicide amitrole-diuron and atrazine; however, see below.

Using the data contained in Appendix 5.1, the possible influence of the withered vegetation from the previous year as well as the occurrence of grass on the effect of herbicides was studied and reported in section 13.7, Figures 13.8—13.9. The effect of atrazine and dalapon tends to increase with an increasing percentage of grass in the vegetation, while the opposite seems to apply in the case of simazine and amitrole herbicides. As can be seen from Figure 13.9, the presence of withered vegetation at the time of spraying seems to have reduced the effect of the spraying, particularly in the cases of amitrole herbicides and simazine. This is not surprising because the first-mentioned herbicides are largely foliage herbicides and the latter has a low solubility in water (4 ppm). Dalapon gives a non-uniform pattern. Atrazine has had a remarkably good effect even where there is an abundance of withered vegetation. However, the effect varied on plots with considerable herb-flora, and on certain of such plots the effect was inferior to that of amitrole + diuron (S.1065, S.1067, S.1075 and S.1077). *Taraxacum* sp. and *Ranunculus repens* in particular seem to be fairly resistant to atrazine, cf. Table 13.13 and the list in the Swedish version.

The N, K, P and Mg contents of the annual needles of the Norway spruce seedlings after one growing season were studied; for this purpose samples of the needles were collected at the end of October and in November in 1964 and 1965. Sampling was done in accordance with the instructions of Professor C. O. TAMM (1958) of the Department of Forest Ecology at the College. The methods of analysis are the standard ones of the Department and have been described more recently by INGESTAD (1962). Samples of needles from each block were kept separately. Unfortunately the needles were collected only on grass-covered areas. Appendices 13.3—13.4 contain the analytical values from each block as well as data for growth, while the mean and the standard errors are given in Table 13.15. The relationship nitrogen content—growth, effect of spraying—nitrogen content, as well as effect of spraying—growth, see Figures 13.10—13.11. The material presented indicates that the nitrogen content increased significantly with herbicide spraying (atrazine and amitrole + diuron), while other nutritious substances show small and uneven changes. Marked correlations appear in the relationships studied. Norway spruce seedlings experienced a notable growth increase with herbicide sprayings.

Section 13.9 makes a final comparison herbicide spraying—control,

Table 13.16. For this purpose were chosen herbicides and dosages which had proved most suitable for practical application. The plots on the Lönndalen Bog have not been included (see above), as it had been found that the use of herbicides was not suitable in the conditions existing there.

The survival percentage is 10—12 per cent greater after three and five growing seasons respectively, if the vegetation around the seedlings is sprayed, compared with untreated vegetation. For the same periods the height growth is 25—30 per cent greater with Norway spruce and ten per cent greater where Scots pine is involved when herbicide is applied as against untreated vegetation. Big differences in favour of the use of herbicides occur on certain plots, e.g. plot S.923 which was established in the drought of 1959, as well as plots S.1026, S.1072 and S.1075 which suffered damage during the late winter of 1964, cf. Figure 13.12. Seedlings in herbicide-sprayed patches escaped such damages to a considerable extent, see also Chapter 16. Furthermore, in section 13.9 the relationship is shown for the survival percentage—V.r.s.₂₅, Figure 13.13. Also it appears that the difference between herbicide treatment and control for plant survival increases between the third and fifth growing seasons, see table in the Swedish version.

The effect of different herbicides on the vegetation and seedlings is discussed in section 13.10. The results in this investigation correspond fairly well with the experience of the effect of individual herbicides outside Sweden, cf. ROZSNYAY (1961), GOOR—JAGER (1962) and ALLEN (1965). The favourable effect of atrazine is remarkable, considering the limited interest shown in this herbicide in Europe where forest planting is concerned. Even a very weak effect of atrazine is reported by KELLER (1962).

Section 13.11 contains practical recommendations based on the test results. It is mainly atrazine in dosages of 10—15 kg/ha and amitrole + diuron in dosages of 20 kg/ha which can be considered to have the greatest prospects of practical application. Simazine seems to be most suitable on areas where there is no vegetation. On the other hand, dalapon seems to be a pronounced grass herbicide with only a limited effect on herbs; its foremost field of application is with areas where practically only grass grows. However, the disadvantage of dalapon as against atrazine is that under normal conditions dalapon is more toxic to seedlings of Norway spruce and probably also to those of Scots pine. Atrazine seems to be particularly suitable for use on grassy areas when planting is done in early spring, while amitrole + diuron is best utilised when the grass has developed to a certain extent. When manual spray-

ing with the latter herbicide after planting is to be done the seedlings should be protected by a cone. In order to facilitate the spraying a device can be fitted to the spray. However, the seedlings need not be protected when machine planting is used, cf. Chapter 17. Amitrole + atrazine seems to be an interesting combination worthy of study.

Furthermore, the results show that tested herbicides are not suitable for use on damp soils. On areas where there is no vegetation atrazine should not be applied in dosages greater than 10 kg/ha.

When to use herbicide treatment as against other treatments of the vegetation is dealt with in Chapter 21.

Chapter 14. Studies of other methods to counteract the competition of vegetation on forest tree seedlings

Tests carried out with cardboard collars (40 cm × 40 cm), together with cost data about their use indicate that such means will not be introduced on any large scale in the planting of Norway spruce on arable land, especially as the method requires much labour.

The question whether the competition of the vegetation can be counteracted indirectly by the use of larger seedlings is touched upon here by selecting the largest seedlings from all the seedlings of Norway spruce on each of a number of plots and comparing these with standard seedlings when planting directly in the topsoil. Figures 4.7—4.8 and Table 4.2 contain examples of the plant classes. After five years the planting results were similar, Table 14.1. The difference in height of the seedlings at planting had not changed after five years.

Table 14.2 shows the results on plots where there is a comparison between Norway spruce 2/2 and Scots pine 2/1. The comparison was made where auger planting had been used for all plots, with the exception of plot S.1030, where open-pit planting was used, and plots S.931—33 and S.940 where narrow-ridge planting was utilised. Ploughing hardly reduced the competition of the vegetation (V.r.s.₂₅) on the plots, Table 12.10.

Norway spruce had a greater survival percentage than Scots pine after both two and three growing seasons on a number of plots. Particular exceptions were plots S.1071 and S.1074, which had suffered damage during the late winter of 1964 to a greater extent, Chapter 16. However, the Scots pine on the plots had not been affected. If the plots are divided up the difference in the survival percentage between Norway spruce and Scots pine becomes significant at the one per cent and five per cent levels after two and three growing seasons.

Norway spruce fares better than Scots pine on areas with abundant

vegetation, as can be seen from Figure 14.1. Owing to its slender needles and shoots, Scots pine has poorer prospects than Norway spruce to resist the competition of the vegetation, cf. SİRÉN (1948).

In 1962 two plots were established in the County of Södermanland (Central Sweden) on an area where the topsoil had been removed from a certain part of the area. One plot (S.1029) was marked out where there was no topsoil, while the second plot (S.1030), situated 20 metres from the first, had the topsoil intact. The soil type was heavy clay. The planting method studied and for the results, see Tables 14.3—14.4 and Figure 14.2. There was a better plant development of Scots pine as compared to that of Norway spruce on plot S.1029. Norway spruce showed a much poorer development on that plot, as compared with its development on plot S.1030. Apparently, there was a fairly normal development of Scots pine even where the topsoil had been removed. However, it is difficult to make a fair comparison of the development of Scots pine on the two plots, because on plot S.1030 Scots pine had been subjected to considerable damage by deer between the third and fifth growing seasons after planting. Obviously, the deer had taken refuge in the grassy vegetation on the plot where the topsoil was still intact and consequently preferred this plot to S.1029 where there was no grassy vegetation, see Appendix 5.2. Remarkable is the absence of results with the introduction of topsoil into the planting hole for both Scots pine and Norway spruce. The removal of the topsoil involved a radical improvement in the ability of the seedlings to compete with the grass, see the table in the Swedish version.

Chapter 15. Damage caused by voles

In the late autumn of 1961 and the following winter a number of plots suffered severe damage largely from field voles (*Microtus ag-restris* Lin.). An account of this has been given by BÄRRING (1963 a). Here it is shown that there is a strong connection between vole damage and abundance of vegetation. Figure 15.1 (a) shows this even more clearly. Furthermore, the close connection between the seedlings which had been severely damaged by voles at the 1962 revision, on the one hand, and the survival percentage at the 1963 revision or the 1964 revision, on the other, can be seen in Figure 15.1 (b).

Ridge ploughing increases the risk of damage caused by voles, according to ENGSTRÖM—STENMARK (1963), NOTINI (1964), and GIEGE (1966). A comparison ridges—ground soil was made on nine plots which showed that 6.4 per cent more seedlings of Norway spruce were damaged by voles in the autumn of 1962 where ridge planting was

involved. However, this is not a significant difference. On all plots revised after 1962 there was a decidedly better recovery of the seedlings planted on ridges than of those on untreated ground soil, Table 15.1, and in the main this resulted in a higher survival percentage of seedlings planted on ridges.

In addition to direct or preventative measures to reduce the vegetation it would seem that planting methods which positively favour the survival of the seedlings are of importance in decreasing the damage caused by field voles.

The importance of the vegetation for the occurrence of vole damage has been explained in research by COULIANOS (1962), COULIANOS—JOHNELS (1962) and others. Such research has shown that the withered grass supports the snow cover and creates what is known as the sub-nivean air-space between the snow and the ground. This air-space makes it possible for an animal such as the field vole to hibernate.

Chapter 16. Damage arising in late winter

During the transition period between winter and spring (in Sweden the months of March and April) in 1964 symptoms of injury appeared on seedlings of Norway spruce in southern Sweden, see Figure 16.1. Before the shoots emerged, the needles turned red in colour to a greater or lesser extent, starting at the apex of the plant. When the needles had turned red, they were shed gradually by the plants, cf. Figure 16.2. The shrubs in the forests seemed also to suffer similar damage. Even Finland reported such damage in the late winter of 1964, HAVAS (1966).

The experimental plots suffered damage, too, cf. Appendix 5.1. This led to an extra revision of some of the plots at the end of May and the beginning of June 1964.

Similar damage appeared during other years, too, and has been noted in other plantations by this author when doing field work in 1962 and 1965. However, the extent of this damage was not comparable with the 1964 damage.

The seedlings which were dead in the autumn of 1963 were known, cf. 4.4. It was then easy to identify the seedlings which had been damaged since then. Many seedlings had red-coloured needles during the revisions. The proportion of the needles still alive was assessed in the field to the nearest ten per cent. However, here the damage is classified according to a table in Section 16.3 in the Swedish version.

Not all plots could be revised in the spring of 1964. The ordinary revision of autumn 1964 showed that damage had probably arisen on a number of these plots, too. In addition to a heavy plant mortality since

the previous revision—a mortality which is hard to explain, cf. Figure 16.3—the occurrence of seedlings with dry apices indicated that damage had arisen during the late winter. As far as planting is concerned, the year 1964 does not differ from the other years of the Sixties, Chapter 9. The five plots indicated in Figure 16.3 have been included in the material processed. Some other plots, cf. Table 16.1, were not included in the processing of the material on account of uncertainty as to causes of seedling mortality. Several of these plots (S.942, S.986—7) were damaged by voles in 1961/62, cf. Fig. 15.1, thus weak seedlings, still living at the time of the revision in 1962, could have died subsequently.

Section 16.5, Tables 16.2—16.10 and Figures 16.4—16.6 provide an account of the occurrence of damage with different treatments compared with a control which was the same for all the plots with one-man auger planting in the ground soil. Average height of seedlings in different treatments is given in Appendix 16.1.

The material presented shows that seedlings were damaged least in treatments which reduce the vegetation, see the survey in sub-section 16.5.7. On plots where several herbicides were applied in different dosages, Table 16.8 and Figures 16.4—16.5, there was also a definite connection between the effect of the spraying in the autumn of 1963 and the percentage of badly damaged seedlings.

If the spray effect is considered, there is no clear difference between the herbicides as far as damage is concerned, with the possible exception of dalapon, Fig. 16.4 (plots S.1075 and S.1077). With regard to this, dalapon was excluded from the mathematical smoothing in Fig. 16.5. Plot S.1076 was also excluded because the highest dosage of atrazine (20 kg/ha) probably weakened the seedlings (cf. below) which could conceivably have influenced the damaging effect. Screefing which removed the vegetation and the sod down to the mineral soil was on the whole of greater importance, especially on mineral soils, than herbicide treatment which left the sod intact, Table 16.9.

A positive effect of measures against the vegetation was achieved even if the treatments did not always bring about an improvement in the condition of the seedlings, plot S.1026, Table 16.2, as well as plot S.1076, Table 16.8 (dosage 10 kg/ha). However, it seems as if the plant condition is of importance, too, though not until the 1963 growth had been reduced by approx. 50 per cent of the growth in the control treatment, plot S.1076, Table 16.8 (dosage 20 kg/ha) and Table in Section 13.5.2 in the Swedish version, as well as plot S.1026, Table 16.9. On the last-named plot a significantly ($P < 0.02$) larger incidence and extent of damage appeared for screefing than for herbicide treatment.

Ridge planting showed an uneven result, Table 16.3. Particularly notable is the result on plot S.1072, where as opposed to all the other plots the seedlings planted on ridges were very little damaged in comparison with seedlings in untreated ground soil, see below.

Other factors studied were tree species, age of stands and provenances. On plots S.1070—71 and S.1073—74 Scots pine escaped damage completely, while Norway spruce was injured, Table 16.4. Seedlings planted two growing seasons before the incidence of damage suffered less than seedlings of the same origin planted one growing season before the incidence of damage, Table 16.10. The material for the study of the importance of the provenances is less suitable for the purpose, because the different provenances were not compared on the same plot. Also the grouping used does not provide any information as to the influence of the provenance.

Section 16.6 shows that a plot situated so that it is susceptible to frost (S.1076) suffered less damage than a plot in a more protected position (S.1077), Figure 16.6. The plots were planted with the same types of seedling at the same time. Both plots had heavy clay soil. The plots differ from each other in that S.1077 was old pasture land with a well-developed grass cover (100 per cent cover in autumn 1963, Appendix 5.2) while plot S.1076 was arable land on which wheat was harvested in 1962. In the autumn of 1963 the plot was grown over with herbs alone, but the bare earth could be seen beneath (50 per cent cover, Appendix 5.2).

Section 16.7 shows the marked connection between plant mortality (per cent) in the spring and autumn of 1964, Figure 16.7 and Table 16.11.

Table 16.12 shows that the different treatments have had about the same influence on the development in the height of the seedlings as has been the case with the survival percentage. Figure 16.8 demonstrates the great importance which a suitable application of herbicide can have.

Section 16.8 gives the effect of the weather and attacks by fungi as possible causes of the damage suffered. When studying the injured seedlings in the field by means of a lens, no traces of fungal sporophores could be detected. No known endemic species of fungus attacks in the form corresponding to the injuries suffered. Before the possible effect of the weather as a cause of the damage is studied, a review is made of literature about frost damage as well as certain physiological and ecological factors of importance concerning winter hardiness.

Damage which resembles very much that suffered in 1964 has been

described in Sweden and abroad by workers such as ARONSSON (1948), ERNSTSON—HADDERS (1948), HEDEMANN-GADE (1948), MORK (1954), ROBAK (1956), SANDVIK (1966), v. SCHÖNHAR (1965) and WENTZEL (1965). Characteristic conditions which permitted the occurrence of damage were frozen soil with no or very thin snow cover; at the same time there was high atmospheric pressure with temperatures above freezing-point in the daytime and temperatures below freezing-point at night. The damage is classified as follows: frost damage, frost drying, drying-out damage.

On the basis of official data provided by the Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI), it has been possible to determine the weather conditions during the winters of 1961—1964 for stations in the vicinity of the badly damaged plots, see Tables 16.13—16.14, Appendices 16.3—16.4, as well as Figures 16.10—16.13. The year 1964 does not differ from the years 1961—1963 as to any of the studied meteorological elements which could be considered as the probable cause of the injuries. Also a poor hardening-off in 1963, cf. DIETRICHSON (1964), can hardly be considered as giving rise to the damage, cf. Figure 16.12.

Scandinavia had high atmospheric pressure from 11 March to 9 April 1964, according to data published in the SMHI yearbook for 1964, cf. Figure 16.13. During this period there was no snow; for most of this time the ground was frozen. Temperatures were above freezing-point during the daytime and below at night. The weather conditions in 1962 somewhat resembled those which prevailed in 1964; however, snow fell in March 1962. The monthly mean of daily amplitude of air temperature was also lower in April 1962 than in April 1964, cf. Figure 16.10. Thus in 1964 conditions for the seedlings were unfavourable and correspond with the conditions prevailing when similar damage was noted, see above.

Sub-section 16.9.2 mentions certain micro-meteorological conditions of importance for further discussion. An account is given of the measurements taken by this worker. The apparatus used can be seen in the same sub-section. The minimum temperatures of the air above the ridges and the untreated ground soil were registered in the spring of 1964, Table 16.15, Appendix 16.5 and Figure 16.14. The temperature of the soil was registered during the springs of 1964 and 1965 using angled thermometers of glass, Figures 16.15—16.16, while during the winter of 1965—1966 globular plastic-encased thermistors were used. It has been found that this design of thermistor prevents the ageing of the instrument, HÆGGBLOM (1959). On plots S.1067 and S.1084 there were set up in December 1965 meteorological stations with the as-

sistance of the meteorologist H. ODIN. In addition to registering the maximum and minimum temperatures of the air and its humidity and the temperature of the soil, the depths of the snow and the soil ice were measured. The depth of the soil ice was measured in the same sections as the temperature of the soil. The depth of the soil ice can be measured easily by an instrument designed by GANDAHL (1957) and modified by ANDERSSON (1964 a). These instruments are based on the principle that water to which has been added methylene blue changes colour when the water turns to ice. GANDAHL has found a very close correlation between the readings and those obtained by drilling or digging. Where heavy clays were involved the depth of the soil ice was slightly overestimated (approx. 3 cm or ten per cent).

The measurements made during 1964—1966 were on uniform areas of flat ground. The distance between the measuring points varied between one and seven metres.

Table 16.15 and Appendix 16.5 show that at all times the minimum temperature was higher over ridges than over untreated ground soil. The difference is of practical significance, MESHECHOK (1964) and Table 16.16; this is demonstrated by the results from two plots where there was spring frost after the shoots had appeared.

Before a report is given of soil temperature and soil-ice measurements the publications dealing with the importance of the vegetation for the soil temperature and publications on soil-ice formation and the thawing of soil ice are mentioned in sub-section 16.9.2.2. Vegetation in relation to soil temperature has been dealt with by WOLLNY (1883), HOMÉN (1893), ÅNGSTRÖM (1925, 1936), MORK (1933), GOODELL (1939), SIRÉN (1955), MATTSOON (1961, 1966) and others. Bare soil warms up more quickly than that covered with vegetation, but cools down faster, as a rule. Generally, the quicker warming-up of bare soil leads to faster thawing of the soil ice in the upper layers of the soil than is the case where there is grass cover, cf. ÅNGSTRÖM (1936), and ANDERSSON (1964 a, b). The thawing of the soil ice takes place both from above and from below, HOMÉN (1896), KERÄNEN (1929) and BESKOW (1935). Russian and Finnish conditions as to the thawing of the soil ice from below have been assessed by KERÄNEN (1923) at 0.3—0.5 cm per day, which corresponds well with the estimates of 0.25—1 cm per day in northern Sweden made by BESKOW (1935).

Details of the thawing of soil ice for a total of 25 years on ploughed and unploughed farm land and on both peat and mineral soils have been obtained from studies in Sweden by FEILITZEN (1913—1915, 1917), AGERBERG (1948) and ANDERSSON (1964 a, b). In most years the

thawing of the upper layers of the soil took place from above. Only in one year when there was little ground-ice (10—20 cm) and where a thick snow cover (60—70 cm) remained for a long time there was a thaw from beneath up to the surface of the soil. However, it has also happened that the thaw started only after the ground had been bare for a considerable time.

The Swedish findings are confirmed by research on arable and forest land outside Sweden by SIMOLA (1923), RINNE (1931), PRIEHÄUSSER (1939), KIENHOLZ (1940) and KREUTZ (1942), cited by HESSE (1966).

However, the fact that thawing of the soil ice in the upper layers of soil usually occurs earlier on ground without vegetation than on grass-covered ground does not mean that bare ground always becomes completely free from soil ice more quickly in the spring than that covered with grass. The reason is that the soil ice can penetrate deeper where there is no vegetation and thus soil ice may remain at deeper levels in bare ground when grass-covered ground is completely free from soil ice, cf. ANDERSSON (1964 a, b).

This worker's own readings of the daily variations in soil temperatures (Figures 16.15—16.17) confirm the conclusion which can be drawn from the studies cited above concerning the thawing of the soil ice. The winter of 1965—1966 is an example of a case where the thawing of soil ice took place from beneath. The limited depth of the soil ice and the snow cover which remained for a long time correspond with the conditions prevailing when this type of thaw occurred on previous occasions, see above.

Agreement between the thermistor readings of soil temperatures and the depth of soil ice is good on plot S.1084 and less good on plot S.1067. However, checks of the thermistors seem to indicate that the reading for the plot can be used for the relative assessment of different measuring points.

Temperature and soil ice conditions on the ridges and under them are of particular interest. Such readings show clearly that the conditions mentioned are influenced by the height of the ridges. In the comparisons ridge—control, the soil ice conditions were unfavourable with ridge-ploughing with the exception of the narrow ridge on plot S.1067, where soil ice remained as long as it did on the grass-covered ground serving as the control. On the whole, the soil ice measurements (Figures 16.19—16.21) agree with the temperature readings under ridges (Figures 16.15—16.17). The direction of ploughing seems also to be of importance, WEGER (1949) and LESSMANN (1950). Thus the north-south ridges had higher temperatures than the east-west ridges.

The importance of further study is emphasised in order to clarify the soil-ice conditions with different methods of soil treatment in reforestation.

Section 16.10 deals with possible causes other than the influence of fungi as an explanation of the occurrence of the damage. Frost alone cannot be the cause. This would seem to be supported by the fact that such damage did not occur in other years during the Sixties when the temperature was lower than during 1964. Further, seedlings on a plot liable to frost were less damaged than seedlings on a less exposed plot. Finally, on average the seedlings on ridges suffered damage equally as great as that to seedlings at ground level, even though the temperature should have been higher over the ridges than at ground level, cf. Tables 16.15—16.16.

Soil ice seems to act as an important regulator of physiological processes which greatly influence winter hardiness by the stomata being closed by the formation of soil ice, STÅLFELT (1929 a, 1932), MICHAELIS (1934), PISEK (1960), and others. Thus the assimilation of carbon dioxide is impaired or impossible, JOHANSSON—STÅLFELT (1928) and STÅLFELT (1935). Furthermore, the absorption of water from the soil is hindered or greatly reduced, HANDLEY (1939), JOHNSON (1959) and GEIGER (1964).

Cuticular transpirational losses may yet occur, STÅLFELT (1956) and PISEK (1960).

Norway spruce and Scots pine assimilate carbon dioxide in winter, as has been demonstrated by ZACHAROWA (1929), ÅLVIK (1939), HAGEM (1947, 1962) and PARKER (1953). Unfortunately no information was given as to whether the subsoil material was frozen or not. This is a question of importance according to KONDA—MUTO (1959), WEISE (1961) and WEISE—POLSTER (1962). It was found by KONDA—MUTO that two-year-old seedlings of *Abies mayriana* when exposed to frost with changes from temperatures above freezing-point to temperatures below freezing-point were damaged considerably if the subsoil was frozen, but suffered no damage if it was unfrozen. WEISE—POLSTER demonstrated that the respiration was first stimulated by the effect of frost with Norway spruce and other tree species before normal assimilation took place. With dangerous frost, when the assimilation apparatus no longer functioned, transpiration would take place entirely in the form of passive evaporation. Even respiration was affected by frost to a relatively lesser extent than assimilation, according to studies undertaken by ULLRICH (1962), TRANQUILLINI (1957, 1963 b), PISEK—WINKLER (1958) and POLSTER—FUCHS (1963).

Winter damage of the type dealt with here is probably connected with the above-mentioned physiological processes, and this has also been demonstrated by MEYER (1965). In 1963 certain coniferous species in Germany were damaged during the winter in a way which resembled the damage suffered by seedlings of Norway spruce in Sweden in 1964. The most hard-hit individuals were those with the greatest transpirational abilities, which are closely connected with the assimilation of carbon dioxide.

Whether the damage—assuming that the physiological processes described contributed to the occurrence of this damage—shall be designated as frost damage or drying-out damage is difficult to determine, cf. TRANQUILLINI (1964) and also MICHAEL (1966). In order for this to be determined, regard should be paid, first, to the fact that occurrence of frost damage seems to be influenced by recurring freezing and thawing, cf. LEVITT (1956) and, secondly, to the likelihood of there being a connection between the carbohydrates and frost hardiness, cf. LEVITT (1956), VASILYEV (1956), PARKER (1963) and SAKAI (1958, 1960, 1964). This should be seen against the above-mentioned results, which indicate that carbohydrate losses occur with recurring freezing and thawing. These losses may also weaken the seedlings.

With regard to the weather prevailing in 1964, when the conditions for evaporation should have been good, and to the physiological effect of the weather, there is strong support for the theory that the damage resulted from the combined effect of frozen soil and temperature's changing from above to below freezing-point. This interpretation is supported not least by the way in which the damage happened following different soil treatments.

The reasons why Scots pine seedlings escaped damage where Norway spruce were damaged may be that the net assimilation of spruce seems to be influenced to a higher degree than that of pine by the water content of the soil and also by the fact that spruce has a lower protective ability against drying out than pine, see JARVIS—JARVIS (1963 a—d). The varied occurrence of damage on seedlings planted on ridges need not conflict with the explanation given as to the incidence of damage. As has been mentioned, the situation of the seedlings planted on ridges is complicated by the thickness of the ridges, the direction of ploughing, the inversion phenomenon and a snow cover of brief duration, cf. Figures 16.19—16.20. Also the explanation is not necessarily upset by the fact that sometimes fruit trees were harder hit by winter damage on open ground than on grassy ground, OSKAMP (1918), JOHANSSON (1941) and ÖSTLIND (1949). As previously stated, the lower-level soil

ice may thaw later on bare ground than on grass-covered ground. Considering that the roots of fruit trees in good soils where orchards are planted go down to considerable depths, cf. ROGERS (1935, 1939 a, b, 1953), the roots may have been longer in frozen soil on bare ground than on grassy ground. On the other hand, the main part of the root systems of Scots pine and Norway spruce seems to keep closer to the surface of the ground, KALELA (1949), SIRÉN (1955).

Generally, screefing and the application of herbicides increase the height growth. The influence of these methods on the incidence of damage cannot be explained satisfactorily as due solely to improved plant condition and this is evident *inter alia* from the fact that the nitrogen and potassium contents in the annual needles do not seem to differ very much, either in the case of seedling on screefed patches or in the case of those in vegetation, Chapter 11, see also GERMETEN (1947). Also of importance for winter hardiness and frost hardiness is the nutrient supply, KOPITKE (1941), SATO—MUTO (1951), WHITE—FINN (1964) and BENZIAN (1966). The relationship nutrient supply—nutrient content in plants has been demonstrated by INGESTAD (1962). Furthermore, as mentioned above, the measures taken have reduced the incidence of damage despite there being no improvement of condition.

The capacity of the root systems to absorb water can be considered to be of importance for the seedlings in the replenishment of water losses in weather conditions similar to those prevailing in March—April 1964. This may be a contributory reason why seedlings which have been in the ground for a long time are damaged less than seedlings which have been planted later, cf. Table 13.10 and WENTZEL (1965). Due to the higher soil temperature in screefed patches and areas treated with herbicides, root development generally may have been more favourable for plants in such places, cf. LADEFOGED (1939) and SÖDERSTRÖM (1959 a). A further reason why less damage was suffered by seedlings in screefed patches and areas sprayed with herbicide may consequently be that such seedlings, because of a larger root-system, can replenish their water losses more easily than plants in vegetation. However, it seems rather improbable that this factor should be of even greater importance than an early thaw of the soil ice in the avoidance of damage, if the conditions on plot S.1026 are taken into consideration. The soil type here is heavy clay, Appendix 5.1. The plot was established in 1962, and in both that year and in 1963 had a precipitation higher than normal during the growing season, Figure 8.1 (station Linköping). On screefing the ground became heavily pitted owing to the presence of a thick sod, cf. Appendix 5.2. In 1962 and particularly in 1963 the

plant growth was very much poorer on the screefed patch than on the control ground soil, Table 11.1 and Table 16.2. This seems to indicate that there was a lack of oxygen in the soil under the patches, cf. ROMELL (1922). Norway spruce and Scots pine seedlings had, furthermore, a very much poorer root development in screefed patches than on untreated ground soil under similar site and climatic conditions as those prevailing on S.1026, according to a demonstration by SÖDERSTRÖM (1959 a), pp. 186—187. However, on plot S.1026 the seedlings in the screefed patch were far less damaged than those on the control ground soil, Table 16.2.

The theory that the weather conditions in March—April 1964 caused the damage is strongly supported by the following:

1. From the cited physiological studies it can be assumed that the meteorological conditions, which were similar to those prevailing in the late winter of 1964, have a negative effect on the winter hardiness of seedlings.
2. Of four years of the Sixties which have been studied, the late winters of 1962 and 1964—the years when damage appeared—were those with meteorological conditions having the characteristics of those which, according to point 1 above, have a negative effect on seedlings.
3. The distribution of the damage by different soil treatments. The seedlings planted according to methods favouring early thawing of soil ice were those which suffered the least damage.
4. Both in Sweden and abroad coniferous seedlings have suffered damage in weather conditions similar to those prevailing in the late winter of 1964.

There is much to indicate that the soil ice plays a decisive role in the incidence of damage. Micro-meteorological and physiological studies are clearly desirable in order to determine the causal connection with accuracy.

Section 16.12 contains a discussion of the practical applications of the results. Whether measures should be taken for the prevention of injuries of the types described will depend on the costs of such measures and the frequency risk of such damages. However, the measures have other practical effects and these provide sufficient justification and are only strengthened by the positive effect in the prevention of damage in the late winter. All measures undertaken in connection with planting, which hasten thawing in the upper layers of the soil in the spring, can be regarded as being of great importance for the prevention of the occurrence of damage. These measures include

screefing, herbicide spraying, ground preparation, as well as planning to enable planting to be done on open soil as soon as possible after the land goes out of agricultural use and before troublesome vegetation invades it. However, these measures facilitate the penetration of the ground by soil ice. Also, the question may be put as to whether the measures contribute to the occurrence of damage. It is considered that such risks are relatively small because such damage, as is known, occurs in winters with little snow or in winters with deep soil ice and late thaws. A natural vegetation cover of arable land is not capable of preventing soil ice from penetrating the ground in such circumstances, as can be seen from available material, AGERBERG (1948), and ANDERSSON (1964 a, b). For this reason, the earlier thawing of the soil ice in the upper layers of the soil, brought about by the measures applied, would normally be of greater importance in connection with planting than the fact that a greater depth of soil ice occurs than on ground covered with vegetation.

Planting on ridges seems to be a doubtfully practicable method of preventing the occurrence of damage in the late winter. Micro-meteorological and physiological studies of a more detailed character could give knowledge which would make it possible to carry out ridge ploughing and planting in such a way that the risks for late winter damage would be minimised on sites where the method is preferable.

The use of seedlings with well-developed root systems, which by suitable application of fertilisers in the nurseries have a good nutrient balance seem to be capable of counteracting the incidence of damage. The provenance may also be of importance, WEISE—POLSTER (1962).

Norway spruce planted in the autumn runs greater risks of damage, particularly in the late winter after the planting. It is probable that the greatest risk for seedlings planted late in the autumn is that there is insufficient time for the development of new roots before the arrival of winter. Cold soils, i.e. peat soils and clay soils, seem to involve the greatest risk for seedlings planted in the autumn.

On special sites, reclaimed bogs, hollows in the ground and the like, it might be advisable to plant the more hardy Scots pine than Norway spruce.

The results may have other applications than for forestry. As the incidence of damage is affected by the degree of cover of the vegetation, a difference such as that of leaf-breadth may be of importance for winter hardiness with hibernating cultivated species of plants in farming and market gardening. The somewhat paradoxical situation may prevail in that a variety with broad leaves with great resistance to

winter damage proves to be more susceptible to such damage in reality than a less hardy narrow-leaved variety.

Chapter 17. Comparison between machine planting and manual planting

Norway spruce seedlings planted both by machine and manually directly into the soil on a number of plots with and without subsequent spraying with herbicide have been compared, Table 17.1. The planting machine, which is drawn by a tractor, is operated by one planter. The machine makes a continuous narrow furrow in the ground. After the planting has been done, the furrow is closed by pressure from two rubber-tyred wheels set at an angle and positioned behind the planter. The machine has a planting capacity of 1,000—1,500 seedlings per hour, and is equipped with a spraying unit situated in front of the planter. Thus the above-ground parts of the seedlings do not come into contact with the liquid sprayed other than drops which may possibly fall from the vegetation which has been sprayed. Spraying is carried out continuously along one row at a time over a width of 60 cm.

For certain purposes of organisation, the spraying of the plots was carried out as conventional manual patch-spraying. However, on a few plots row-spraying was applied.

There are no significant differences between the planting methods in terms of survival percentage. However, the height growth was significantly better for machine-planted seedlings, see Table in Section 17.3. Where herbicides were not used, the growth of machine-planted seedlings after three growing seasons was 33 per cent greater than the growth of the manually planted seedlings and where herbicides were applied, the corresponding figure was 13 per cent.

As was the case with manually planted seedlings, Chapter 13, a significantly better result was obtained also with the machine-planted seedlings from the application of herbicides, see the table in Section 17.3.

Chapter 18. Notes on vegetation conditions on experimental plots

Examples are given of extensive development of vegetation on stubble-fields after one growing season, Figures 18.1—18.2, even though the ground was free from vegetation at the time of planting. Here the importance is emphasised, when the choice of planting method is concerned, of data making the prediction of the development of vegetation possible. Details of the agricultural history and the occurrence of bottom vegetation at the time of planting constitute such data.

Chapter 19. Comparison of screening, herbicide application and ridge-ploughing

Tables 11.1, 12.5 and 13.8 show primarily the difference between treatment—control with screening, herbicide application and ridge-ploughing, see summary table in the Swedish version.

The same tables also make possible comparisons within plots between screening—herbicide application, and herbicide application—ridge-ploughing, see summary tables in the Swedish version. Table 19.1 contains a comparison between screening—ridge-ploughing, and all three methods are compared.

The material seems to indicate that screening has had the most favourable effect on plant survival, while herbicide application has given the best height growth.

It is emphasised that at a later assessment of the practical application of the methods regard must also be paid to the results of the various methods in comparison with the control.

Chapter 20. Effect of the vegetation on the planting results and the importance of measures against vegetation

Comparison of the results of planting with and without treatment of the vegetation is made for plots at least three years old, and for this purpose the entire plot material has been used. On the basis of the results given in Chapter 19, the methods were selected in the following order: (1) screening, (2) herbicide application, (3) ridge-ploughing. One comparison is made with complete ploughing. Some plots were not included because of the lack of comparative treatment for planting in vegetation (control). Table 20.1 contains the results on individual plots. Figure 20.1 indicates the survival percentages after three growing seasons over V.r.s.₂₅. Figure 20.2 shows the average value of $\bar{O}p_3$ for three different classes of V.r.s.₂₅, cf. Figure 13.13. It is evident that there is a lower plant survival with increasing vegetation.

Section 20.2 shows by using sign tests that the survival percentages after three and five growing seasons were significantly higher ($P < 0.01$ and 0.001 respectively) on a larger number of plots on which planting was done in the vegetation in conjunction with measures taken against the vegetation, as compared with planting without such measures. The mean value of the survival percentages can be seen from the table in Section 20.2. Where measures were taken against the vegetation, the survival percentages diminished to a lesser extent between the third and fifth years than where such measures had not been taken, see the table in Section 20.1.

The great importance of measures against the vegetation can be seen from Figure 20.3 and the table in Section 20.2. By suppressing the vegetation, a much more even planting result—in terms of $\bar{O}p_3$ —was attained than would otherwise have been the case. Hardly one-tenth of the plots showed a survival percentage of less than 50 per cent after three growing seasons, while this was the case for one-quarter of the number of the plots where such measures were not taken.

Section 20.3 emphasised that the negative effect of the vegetation on the planting result is demonstrated in several ways, namely, by the reduced plant survival with increased abundance of vegetation, by the fact that measures to reduce the vegetation have increased plant survival, and by the fact that several causes of damage show a marked correlation with the occurrence of vegetation, there being in such cases a probably causal relationship.

It has been shown earlier, Chapters 10 and 17, that different planting methods have given, on average, similar results concerning plant survival, therefore it may be concluded from this study that the control of vegetation is one of the most important problems affecting seedlings on former farm land. Particularly, the vegetation seems to have affected the planting result by creating a biotope for field voles, by retarding the warming of the upper layers of soil in the spring, and by increasing the plant mortality during arid years, probably by drying out the soil.

Chapter 21. Concluding discussion

The applicability of the test results, the usefulness of the various methods of suppressing vegetation, as well as the methods of planting seedlings on former farm land, are discussed here.

The experimental plots were established in ordinary conditions on reforested areas. The experiments were carried out for several years on different sites and the treatment were objectively set out; thus it can be considered that the results have a certain general applicability in the conditions which prevailed. On the whole, precipitation was favourable for planting throughout the period under study. In more arid conditions the measures against the vegetation would probably be of greater significance than here.

As administrative and biological conditions for forestry vary, no detailed recommendations for planting and measures against the vegetation are made. Discussions which have taken place lead to the conclusion that screefing, herbicide application and ridge-planting can be used on light and medium soils, on heavy soils it is preferable to use

herbicides, while ridge-ploughing should be used on peat soils. On well-drained peat soils the application of herbicides (primarily soil herbicides) can also come into the picture, especially if the seedlings are not too small, in which case frost-heaving may occur.

Economically and from the standpoint of organisation the method to be preferred seems to be herbicide application, because this method is easily combined with machine planting, and this makes it possible to carry out planting and the treatment of the vegetation in one operation. At present, two working operations are necessary with mechanical screening, which, consequently, requires more labour than machine planting combined with spraying. The decisive factors in the choice between these methods—apart from the biological conditions mentioned—are the supply of labour, and to some extent, the availability of machinery.

Where there is no question of using machinery, manual screening is suitable, where the vegetation is not too high and dense, but it is desirable to remove the existing sod. Where there is abundant vegetation and larger screened patches are necessary, manual spraying of herbicides is probably more advantageous from the economic point of view, cf. CALLIN (1962) and BÄRRING (1965 a). Furthermore, on heavy soils spraying with herbicide is also probably to be preferred, particularly where there is sod in climates with much rain. From a biological standpoint the choice of manual planting method seems to be of less importance in the main. Economically the most suitable would seem to be planting using the SFI mattock, CALLIN—HANSSON (1959). This method has even brought about a small increase in growth in comparison with auger planting, Chapter 10. The SFI mattock can be used for screening, too.

Complete ploughing seems to be suitable only in certain conditions, Chapter 12. For combating the vegetation more effectively it is necessary to work the ground more intensively in the fallow years. The method requires much attention and is expensive, but it provides the optimum solution of the problems caused by vegetation when planting on former farm land, particularly where voles are concerned. This method is probably the only one which can be used to ameliorate slightly damp plots with abundant vegetation which constitute primary vole biotopes.

Other direct methods of combating the vegetation: the removal of the topsoil, controlled grazing, and the planting in protecting crops, should be resorted to only in certain conditions. Grass removal is expensive and labour-consuming, cf. BÄRRING (1965 a) and the cited

time-studies by CALLIN. As with controlled grazing, the latter has the disadvantage of not breaking up the sod.

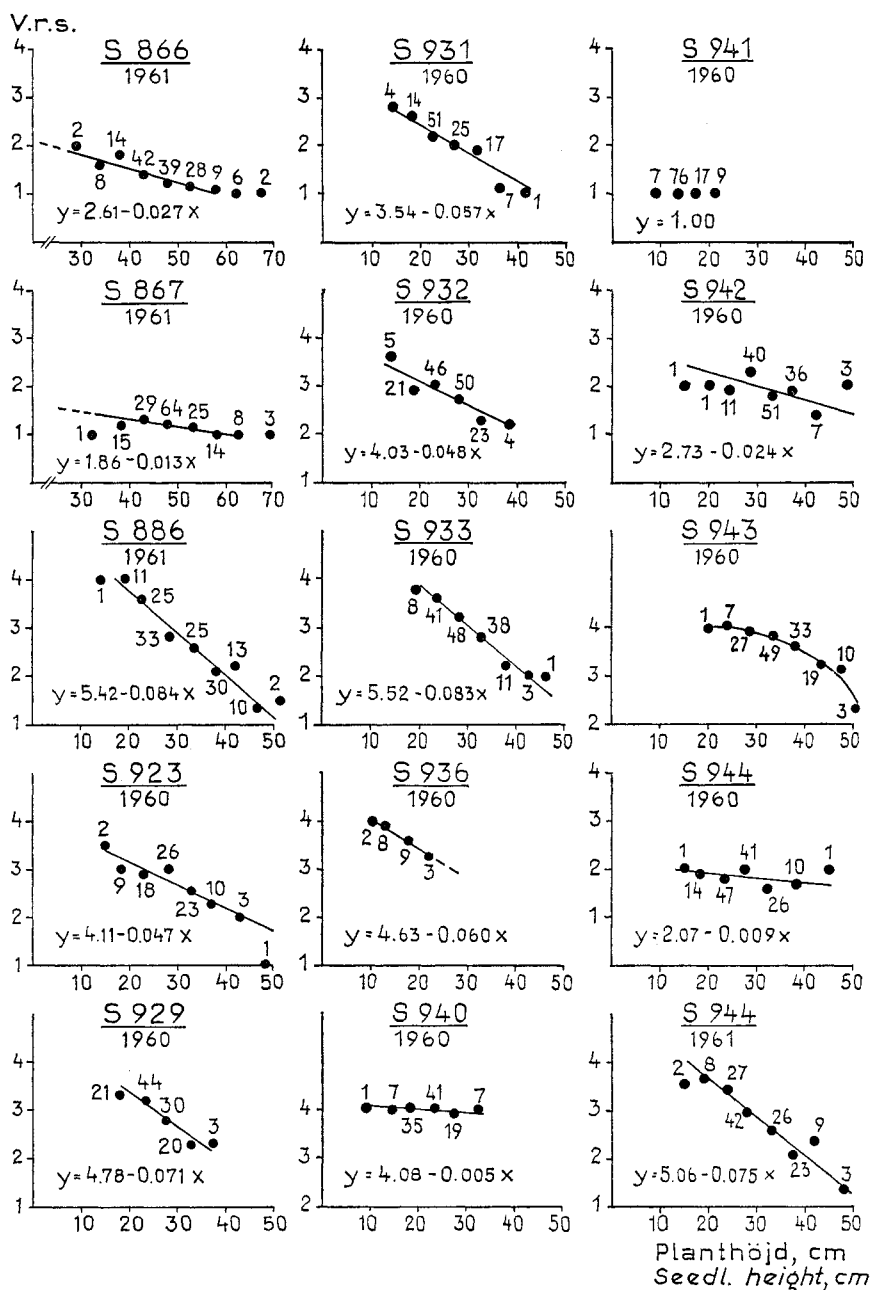
Indirectly the planting result can be improved by a suitable choice of tree species. Norway spruce is more resistant to competition from grass than is Scots pine. Consequently, should the latter be planted on areas with abundant vegetation, it is important to apply measures to combat that vegetation. Large seedlings solve only the problem of the competition from vegetation above the ground. If costs are taken into consideration, the gain from the increase in size beyond a certain seedling height would seem to be limited with common plant material. What is more important is that small and weak seedlings are discarded. However, on areas susceptible to frost, large seedlings have certain advantages, cf. HAUGBERG (1960).

Planning in good time for the use of farm land going out of agricultural production, and the application of preventative measures, can facilitate the establishment of forest plantations. Open land should be planted with seedlings before weeds which are difficult to combat have invaded it. Economic calculations may also indicate that the cessation of extensive farming activities some years in advance of the likely time of closure can prove remunerative by making possible the introduction of inexpensive and guaranteed planting of forests.

Bilagor
Appendices

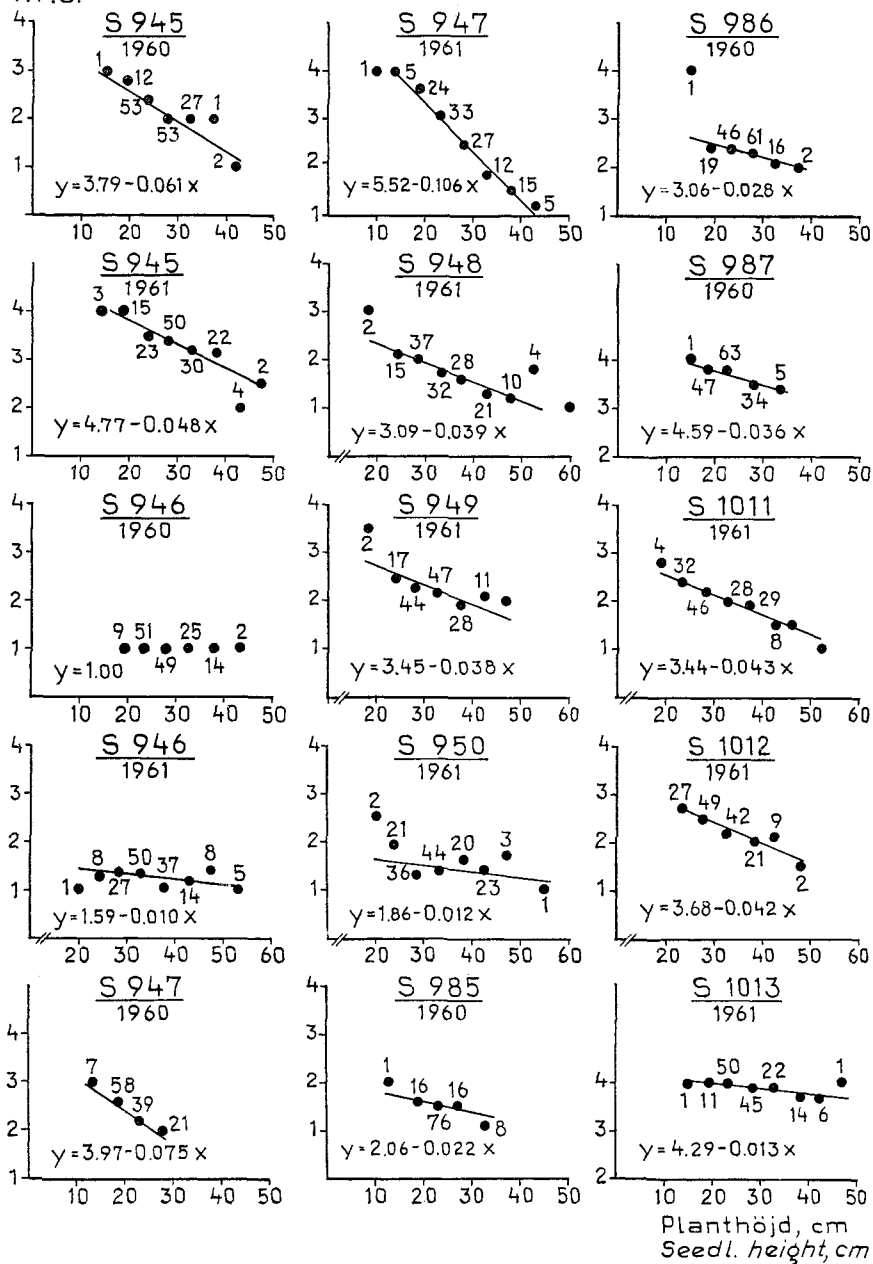
Bil. 4.1. Samband på enskilda ytor mellan V.r.s. och planthöjd, vid revision på hösten 1 vegetationsperiod efter plantering. Beträffande ytor S. 944—47 visas nämnda samband även efter 2 vegetationsperioder. För ytor S. 923 och S. 936 gäller sambandet efter 2 vegetationsperioder.

Relation, for individual plots, between the competition from the vegetation (V.r.s.) and seedling height, as recorded in the autumn after one growing season. For plots S. 944—47, this relation is also shown after two growing seasons; for plots S. 923 and S. 936, the data refer only to conditions after two growing seasons.



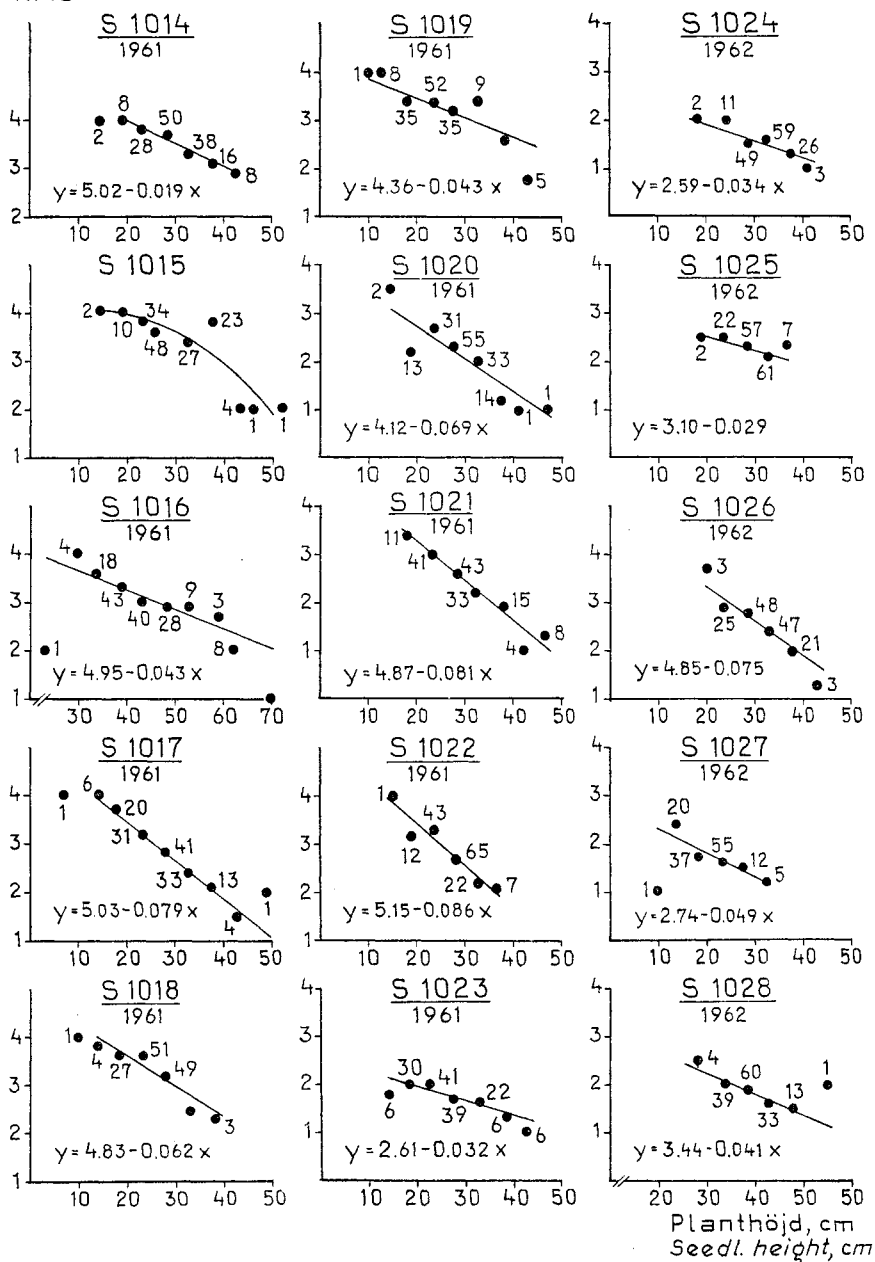
Bil. 4.1. forts.

V. r. s.



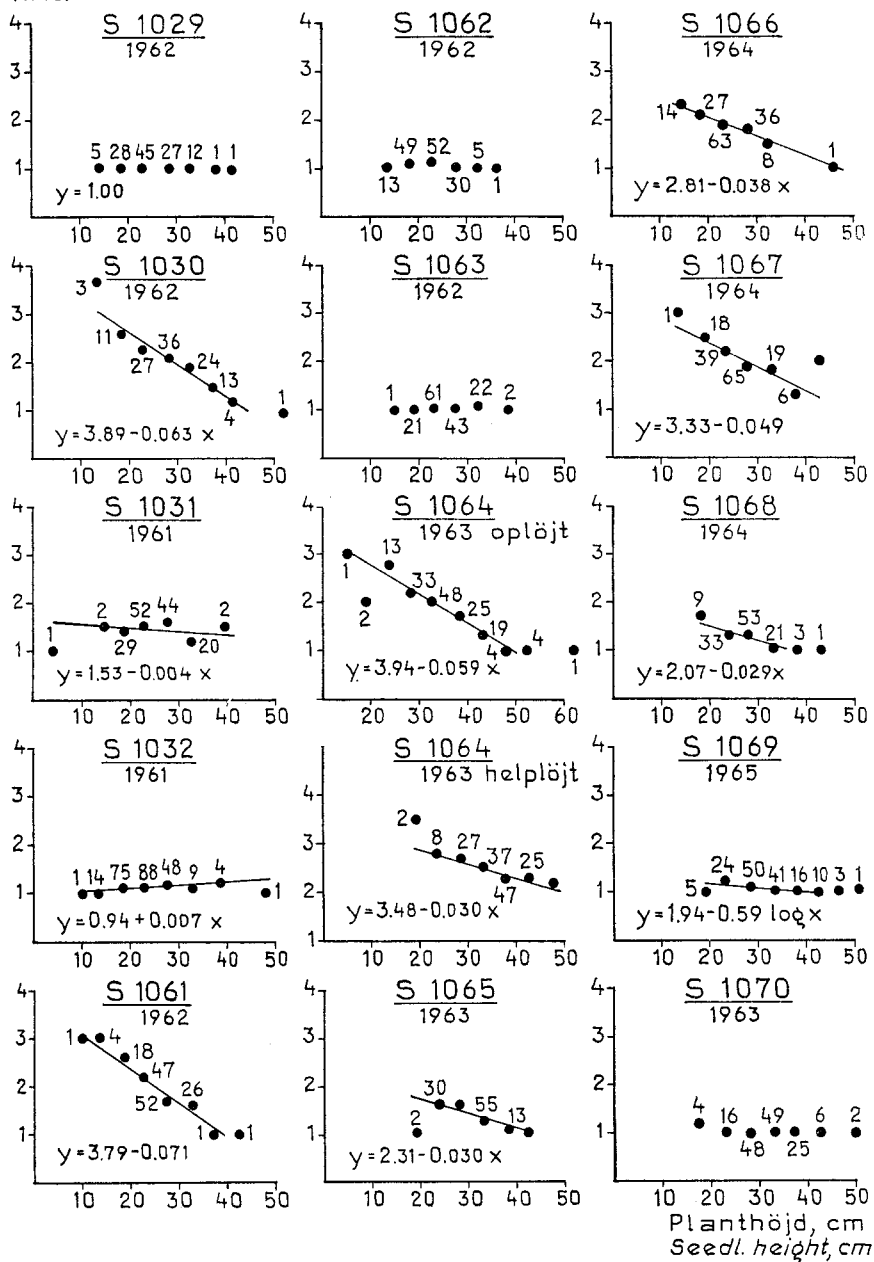
Bil. 4.1. forts.

V.r.s



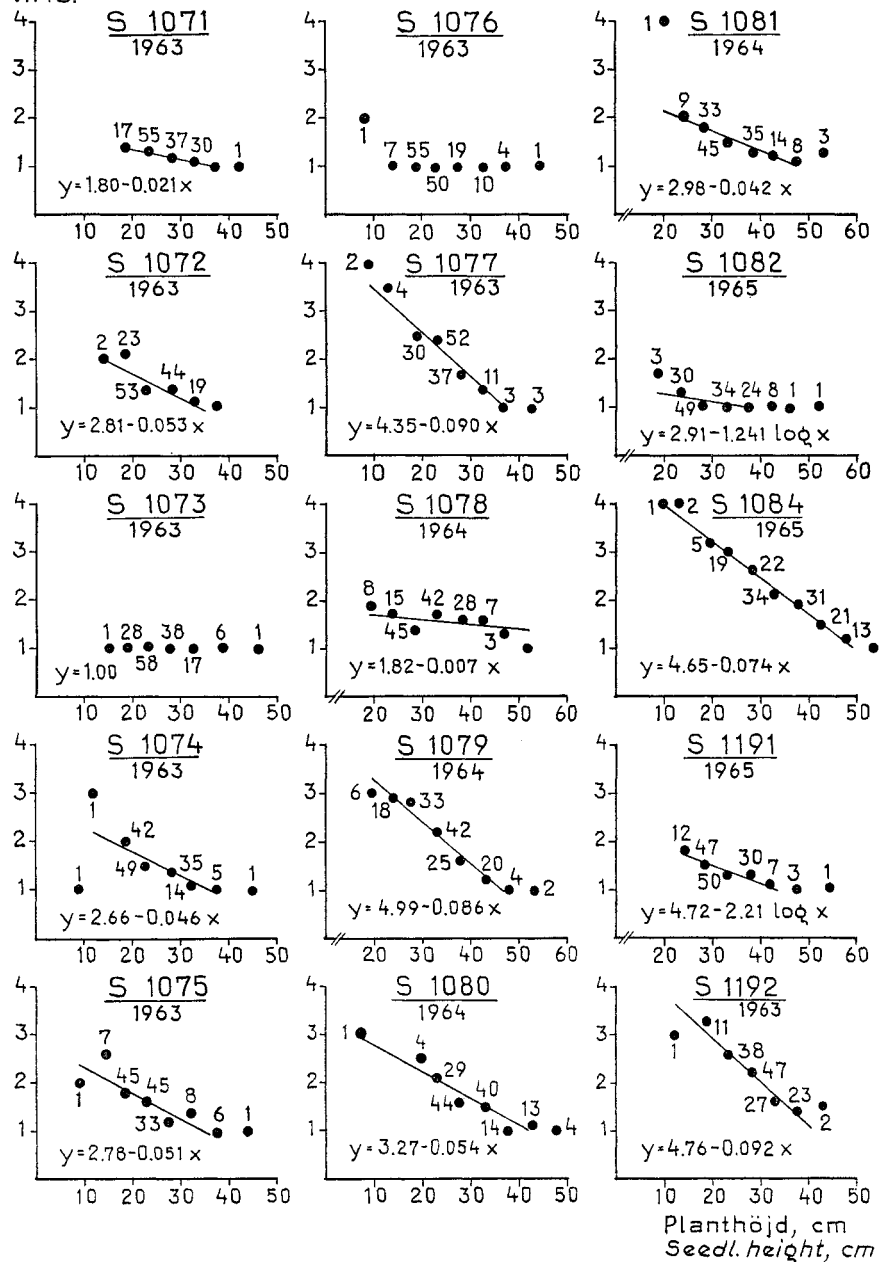
Bil. 4.1. forts.

V.F.S.



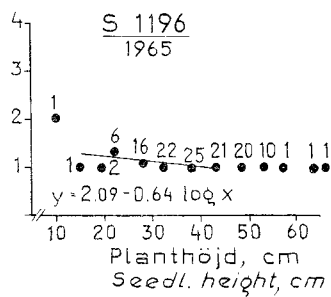
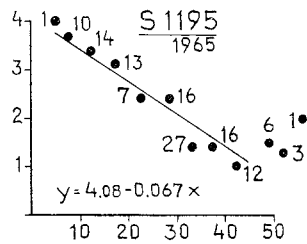
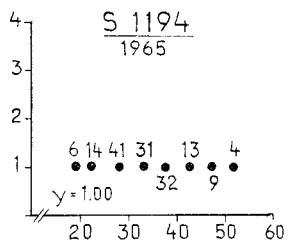
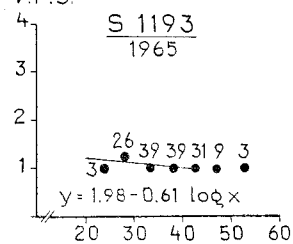
Bil. 4.1. forts.

V.r.s.



Bil. 4.1. forts.

V.r.s.



Bil. 5.1. Beskrivning av försöksytor jämte planteringsresultat av standard-
Description of plots and results of planting by standard method.

Yta	Anläggning		Belägenhet		Trädslag Tree species	Jordart		Fukt- täthets grad	Vr.s ²⁵	Senaste brukning		Tillst. v. anl.
	Datum	År	Söcken	Län		Alv	Matjord			Subsoil	Topsoil	
Plot	Date of establish- ment		Location			Soil type		Soil moisture		Latest use		Cond.at establm.
			Parish	Prov.						Year	Crop	
1	2		3		4	5		6	7	8	9	
S.866	17/4	1961	Hasslöv	N	Gr	III:3-4		Fr	1,9	1950	H8	G
S.867	17-18/4	1961	Hasslöv	N	Gr	III:4-3		Fr	1,5	1950	H8	G
S.886	8-10/5	1961	Götlunda	T	Gr	IV:1		Fr-Fu	3,3	1936	Säd	G
S.923	6-9/5	1959	Götlunda	T	Gr	I:5		Fr	2,9	1958	Bete	G
S.929	18-20/5	1960	Götlunda	T	Gr	I:1,1,I:6,I:8	I:6	Fr	3,0	1959	H8	G
S.931	12/5	1960	Hökhuvud	B	Gr	I:6		Fr	2,1	1959	Bete	G
S.932	13/5	1960	Skäffthammar	C	Gr	III:6		Fr	2,8	1959	Säd	St
S.933	14/5	1960	Hökhuvud	B	Gr	I:6	IV:1,25 cm	Fr-T	3,4	1959	H8	Hp
S.935	22-24/4	1959	Nra Värmdö	B	Gr	I:11		Fr	3,1			G
S.940	10-11/5	1960	Ekeby	C	Gr	IV:1		Fr	3,9	1951	Säd	G
S.941	13-16/5	1960	Blåvik	E	T	I:6		Fu	1,0	1957	Råg	G
S.942	17-19/5	1960	Blåvik	E	Gr	III:2-3		Fr	2,1	1959	Säd	Hp
S.943	19-21/5	1960	Blåvik	E	Gr	IV:2		Fr-Fu	4,0	1959	H8	G
S.944	30-31/5	1960	Överum	H	Gr	I:10		Fr	1,8	1957	Raps	G
S.945	31/5-1/6	1960	Överum	H	Gr	IV:1		Fu	2,3	1957	H8	G
S.946	2-3/6	1960	Lofa	H	Gr	I:9		Fr	1,0	1959	Råg	St
S.947	11-13/6	1960	Floda	D	Gr	IV:1		Fr-Fu	2,1			G
S.948	19/4	1961	Blåvik	E	Gr	IV:2		Fr-Fu	2,1	1960	H8	G
S.949	20-21/4	1961	Blåvik	E	Gr	IV:2		Fu-Fr	2,5	1960	H8	G
S.950	24/4	1961	Blåvik	E	Gr	IV:2		Fu-Fr	1,6	1960	H8	Hp
S.983	31/5	1960	Torsåker	X	Gr	I:9		Fr	1,5	1958		Hp
S.986	31/5-1/6	1960	Torsåker	X	Gr	IV:1		Fr-Fu	1,9	1956	H8	G
S.987	30-31/5	1960	Torsåker	X	Gr	I:9		Fr	2,7	1959	H8	G
S.988	31/5	1960	Torsåker	X	Gr	I:9		Fr	4,0	1959	H8	G
S.1011	25-26/4	1961	Blåvik	E	Gr	IV:2		Fu	2,4	1960	Korn	St
S.1012	25/4	1961	Blåvik	E	Gr	IV:2		Fu	2,6			G
S.1013	4-5/5	1961	Svarta	D	Gr	I:11	1)	Fr	4,0	1956	Bete	Hp
S.1014	4/5	1961	Svarta	D	Gr	I:11	1)	Fr	3,8	1956	Bete	G
S.1015	4-7/5	1961	Svarta	D	Gr	I:11	1)	Fr	3,8	1956	Bete	G
S.1016	7/5	1961	Svarta	D	Gr	I:11	IV:1,20 cm	Fr-Fu	3,9		Bete	G
S.1017	10/5	1961	Vadsbro	D	Gr	I:8-9	IV:1,30 cm	Fr-Fu	3,1	1960	H8	G
S.1018	8/5	1961	Vadsbro	D	Gr	I:8-9	IV:1,30 cm	Fr-Fu	3,3	1960	H8	G
S.1019	9/5	1961	Vadsbro	D	Gr	I:8-9	IV:1,30 cm	Fr-Fu	3,3	1960	H8	Hp
S.1020	11-12/5	1961	Vadsbro	D	Gr	I:8-9	IV:1,30 cm	Fr-Fu	2,4	1960	H8	Hp
S.1021	29/5	1961	Torsåker	X	Gr	IV:1		Fu-Fr	2,8	1956	H8	G
S.1022	25-30/5	1961	Torsåker	X	Gr	I:9		Fr	3,0	1960	H8	G
S.1023	26-30/5	1961	Torsåker	X	Gr	I:9		Fr	1,8	1960	H8	Hp
S.1024	8-9/5	1962	Värdsnäs	E	Gr	I:11		Fr	1,7	1961	Korn	St
S.1025	14/5	1962	Skällvik	E	Gr	I:11		Fr	2,4	1961	Vete	St
S.1026	15/5	1962	Skällvik	E	Gr	I:11	1)	Fr	3,0	1954	Bete	G
S.1027	17/5	1962	Blåvik	E	T	I:6		Fr-To	1,5	1960	Råg	G
S.1028	22-23/5	1962	Svarta	D	Gr	IV:1		Fu-Fr	2,4			G
S.1029	24/5	1962	Svarta	D	Gr	I:11		Fr	1,0	1960	Korn	2)
S.1030	25/5	1962	Svarta	D	Gr	I:11		Fr	2,3	1961	H8	G
S.1031	18-20/4	1961	Stockh.-Näs	C	Gr	I:10	1)	Fr	1,4	1960	Vete	St
S.1032	20-21/4	1961	Stockh.-Näs	C	Gr	I:10	1)	Fr	1,1	1960	Vete	Hp
S.1061	4/5	1962	Västermo	D	Gr	I:11	IV:1,70 cm	Fu-Fr	2,0			G
S.1062	4/5	1962	Västermo	D	Gr	I:11	1)	Fr	1,0			G
S.1063	3/5	1962	Västermo	D	Gr	I:11	1)	Fr	1,0			G
S.1064	10-15/5	1963	Värdsnäs	E	Gr	IV:1		Fr-Fu	2,5			G
S.1065	9-10/5	1963	Värdsnäs	E	Gr	I:11		Fr	1,6	1959	Havre	G
S.1066	13-14/5	1964	Blåvik	E	Gr	IV:1-2		Fu-Fr	1,9		Bete	G
S.1067	4-5/5	1964	S:t Anna	E	Gr	I:11		Fr	2,1	1963	H8	G
S.1068	5-6/5	1964	S:t Anna	E	Gr	I:11		Fr	1,3	1963	Vete	St
S.1069	6-7/5	1965	S:t Anna	E	Gr	I:11		Fr	1,0	1964	Vete	Hp
S.1070	6-10/5	1963	Däckbo	D	Gr	I:6		Fr	1,0	1962	Råg	St
S.1071	2-7/5	1963	Ö.Vingåker	D	Gr	I:11	1)	Fr	1,5	1962	Korn	St
S.1072	3,6/5	1963	Ö.Vingåker	D	Gr	I:11	1)	Fr	1,7	1962	Bete	G
S.1073	7/5	1963	Ö.Vingåker	D	Gr	I:6		Fr	1,0	1962	Korn	Hp
S.1074	21-28/5	1963	Tunaberg	D	Gr	I:11	1)	Fr	1,5	1962	Korn	St
S.1075	22,24/5	1963	Tunaberg	D	Gr	I:6	I:10,20 cm	Fr	1,7	1962	Bete	G
S.1076	28-29/5	1963	Tunaberg	D	Gr	I:11		Fr	1,0	1962	Vete	St
S.1077	27-29/5	1963	Tunaberg	D	Gr	I:11	1)	Fr	2,4	1962	Bete	G
S.1078	4-5/5	1964	Årla	D	Gr	I:5+I:10		Fr	1,7	1963	Säd	St
S.1079	6/5	1964	Dunker	D	Gr	I:11	IV:1,60 cm	Fr-Fu	3,2	1960	H8	G
S.1080	6/5	1964	Dunker	D	Gr	I:5+I:10	1)	Fr	2,1	1963	H8	G
S.1081	20-21/5	1964	Västerljung	B	Gr	I:10		Fr	2,1	1963	Bete	G
S.1082	5-6/5	1965	S:t Anna	E	Gr	I:11	1)	Fr	1,2	1964	Bete	G
S.1084	13/5	1965	Värdsnäs	E	Gr	IV:1		Fu-Fr	3,2			G
S.1191	28-29/4	1965	Götlunda	T	Gr	I:6+I:10	1)	Fr	2,1	1964	H8	G
S.1192	29-30/4	1965	Götlunda	T	Gr	I:10	IV:1,20 cm	Fr	2,8	1964	H8	G
S.1193	5,11/5	1965	Fingelanda	P	Gr	III:2	III:1,15 cm	Fr	1,0	1964	H8	G
S.1194	13-14/5	1965	Högsäter	P	Gr	I:6	+I:10,30 cm	Fr	1,0	1964	Bete	G
S.1195	19-20/5	1965	Valbo-Rya	P	Gr	I:7	+I:10,20 cm	Fr	2,7	1964	Bete	G
S.1196	26,28/5	1965	Grinstad	P	Gr	I:5		Fr	1,2	1964	Bete	G

- 1) 15-25 cm mullrikt matjordslager 15-25 cm of humus rich topsoil
2) Ingen vegetation. Matjordslaget bortforslat No veg. Topsoil stripped

metod. Länsindelning med bokstavsbeteckningar enligt bilregister, jfr fig. 5.1.

Provinces shown by letters according to motor registration list, cf. Fig. 5.1.

Plant- mate- rial	Gräsveg. vid herb.bespr. Grass veg. at herb.spraying		Identi- fierade skador	Ned- lagd efter rev.år	Plant.resultat för borrhpl. direkt i marken (Obehandlad kontroll)												
	Seedl. stock	Fjölärs- Höjd, cm gräs å utväx. gräs			Planting result. Auger planting in un- disturbed soil (Control)												
					ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅				
Prov Prov	Kval Qual	Dead Hght. of grass of previous year	Damage identi- fied	Plot disctd., year	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
					99,3	94,7	94,0	88,7	39,3	47,0	52,7	64,1	113,1				
Sv	4				100,0	88,0	82,7	72,0	44,5	49,9	46,4	54,1	90,3				
Sv	5	5	<5		99,3	90,0	86,0	42,7	28,3	32,5	35,8	40,4	55,7				
U	3			T 1959	65,8	48,3	47,5	45,0	22,8	25,6	26,9	32,8	56,3				
Sv	2				98,3	82,5	78,3	63,3	19,8	25,4	34,6	44,7	75,1				
Sv	5			S 1961/62	99,2	91,7	91,7	91,7	20,2	25,5	29,9	38,1	68,2				
Sv	5			1961	99,3	97,3			22,1	25,4	34,1						
Sv	5			S 1961/62	100,0	88,0			24,4	28,7	35,1						
Sv	5			T 1959	15,8	10,8	5,0		18,2	16,9	23,3						
Sv	3			S 1961/62	73,3	30,7			18,8	22,2	25,4						
Sv	3				99,3	99,3	99,3	99,3	8,5	15,5	30,1	58,0	123,7				
Sv	5				99,3	96,7	91,3	81,3	23,2	33,1	47,3	63,8	96,2				
U	4			V 1961	99,3	68,7	50,7		26,5	35,4	40,2	47,4					
Sv	5			S 1961/62	93,3	82,0	43,3		24,6	26,9	31,4	35,3					
Sv	5			S 1961/62	99,3	70,0	34,0		23,7	26,4	31,8	36,5					
Sv	5				100,0	98,7	94,0	78,7	25,5	27,8	35,2	42,3	70,2				
Sv	4			S 1961/62	100,0	84,0	59,2		12,9	20,9	27,8	33,7					
Sv	4	2	5-10		100,0	90,7	86,7	80,7	28,7	34,9	38,3	50,6	83,5				
Sv	4	2	5-10		99,3	94,0	90,7	77,3	27,0	32,1	34,4	39,8	57,1				
Sv	4	1	0		100,0	100,0	97,3	86,7	28,4	33,0	41,8	56,1	79,6				
Sv	5																
Sv	5			S 1961/62													
Sv	5			S 1961/62													
Sv	5			S 1961/62													
Sv	4	1	5-10		100,0	98,0	76,0	50,0	26,4	30,7	34,4	38,4	55,1				
Sv	4	3	5-10		100,0	99,3	90,7	63,3	27,1	31,1	36,3	40,3	52,2				
Sv	3	1	0	S 1961/62	100,0	90,7	71,3		28,3	28,3	26,4	34,5					
Sv	3	3	25	S 1961/62	100,0	60,7	33,3		25,0	29,6	26,2	29,0					
Sv	3	3	25	S 1961/62	99,3	67,3	40,7		24,9	29,2	29,3	34,7					
Sv	2	1	60	S 1961/62	96,7	16,0			38,6	42,6	23,5						
Sv	3	3	20	S 1961/62	98,7	67,3	36,7	3,3	23,4	27,7	22,9	25,6	38,6				
Sv	3	3	20	S 1961/62													
Sv	3	1	10	S 1961/62	100,0	82,7	74,7	36,7	23,9	28,0	32,1	35,0	50,2				
Sv	3	3	35		95,3	86,7	80,7	70,0	25,8	28,9	29,9	31,6	41,8				
Sv	3	1	35	S 1961/62	94,0	75,3	56,0	35,3	23,9	27,1	20,0	25,8	38,5				
Sv	3	1	0	S 1961/62	85,3	74,7	70,0	65,3	23,8	26,3	29,2	37,7	60,5				
Sv	4	2	10	F 1964	100,0	99,3	83,3	70,0	24,5	31,5	36,1	30,8	54,0				
Sv	4	2	5	F 1964	99,3	95,3	87,3	66,0	22,9	29,6	33,3	40,4	61,0				
Sv	4				90,0	68,7	56,7	47,3	11,6	22,2	28,7	39,8	62,8				
Sv	4	4	5-10	F 1964	98,0	92,7	46,0	40,0	22,4	30,5	38,0	45,2	73,0				
Sv	3	2	5-10		98,3	92,5	82,5	81,7	11,3	21,6	32,6	52,2	102,8				
Sv	4	4	10	F 1964	100,0	98,0	40,7		34,8	38,7	40,9	38,6					
Sv	4	1	0		99,2	92,5	92,5	92,5	20,4	23,9	26,7	27,1	32,6				
Sv	4	2	10		99,2	99,2	98,3	96,7	21,7	28,4	34,2	44,9	70,8				
Sv	3	3	10		100,0	91,3	87,3	67,3	19,6	24,8	31,3	39,2	56,8				
Sv	3	1	0		99,2	98,3	97,5	96,7	20,2	22,0	30,2	43,5	67,3				
Sv	3	4	<5		100,0	94,7	81,3	64,0	22,2	25,7	27,1	33,1	50,2				
Sv	3	1	<5		100,0												
Sv	3	1	<5		100,0	98,7	98,7	96,7	20,6	25,4	27,7	38,8	61,6				
U	5	4	5-10	F 1964	100,0				28,2	34,0							
Sv	5	5			100,0	98,0			12,4	22,8							
Sv	5	5			100,0	96,7			28,1	35,2							
U	5	3	15	F 1964	100,0				12,0	20,9							
Sv	5	3	5-10		99,3	99,3	86,7		25,0	29,9							
Sv	5	2	10		100,0	95,3	74,7		18,2	23,1	27,8	30,4					
Sv	4	1	5-10		100,0	100,0	99,3		13,7	21,7	30,5	33,6					
Sv	4				100,0	100,0	100,0		22,2	26,8	29,2	35,1					
Sv	4	4	10		100,0	100,0	100,0		22,5	27,2	31,1	38,2					
Sv	4				99,2	97,5			14,1	22,3	33,0	47,5					
U	5	1	0		100,0	100,0			24,0	30,9	38,1						
Sv	5				100,0	95,3			10,2	13,4	24,7						
Sv	5	1	5-10		100,0	100,0	100,0		25,1	31,4	37,5	54,2					
U	4	3	10	F 1964	100,0	99,3	99,3		6,0	14,5	35,4	53,2					
Sv	4	3	10		100,0	92,0	78,7		22,9	26,9	25,9	37,0					
U	4	1	5	F 1964	100,0	98,0	87,3		7,3	15,2	32,2	46,7					
U	4	1	0		100,0	44,7	28,7		22,3	25,4	20,3	29,6					
Sv	3	3	10	F 1964	100,0	100,0	98,7		22,6	25,3	38,0	61,4					
Sv	3				98,7	98,7	98,0		8,0	11,4	34,5	52,9					
Sv	3				98,7	78,7	68,7		20,9	24,2	25,2	35,8					
Sv	3	1	5-10	F 1964	100,0	94,7	90,7		5,2	9,8	26,0	39,3					
Sv	3	1	5-10	F 1964	97,3	26,7	22,0		20,2	23,4	25,1	32,5					
Sv	2	2	5	F 1964	98,0	70,0	69,3		19,8	22,5	22,2	27,8					
Sv	2	1	15	F 1964	94,7	18,0	14,7		21,5	24,3	23,9	30,4					
Sv	4	3	10		100,0	99,3	99,3		27,6	31,9	36,7	44,0					
Sv	4	4	10		100,0	94,7	88,7		17,8	33,0	40,2	47,5					
Sv	4	4	10		99,3	98,7	83,3		25,5	30,7	35,5	36,9					
U	4	4	10-15		98,7	94,7	87,3		31,8	34,7	32,0	35,3					
U	5	1	5		100,0	99,3			23,6	30,6	36,2						
Sv	5	1	15	Ü 1966	99,3	38,7			25,5	33,9	36,1						
Sv	5	5	<5		100,0	100,0			27,1	32,5	34,6						
Sv	5	5	<5		99,3	92,0			24,3	28,5	31,0						
U	4	4	<5		100,0	99,3			27,0	36,6	41,5						
U	5	2	<5		100,0	100,0			23,8	33,5	37,3						
U	2	3	5-10		84,0	33,3			25,6	28,7	43,5						
Sv	1	3	5-10		84,7	84,0			33,5	38,7	42,5						

Beteckningar Notes:

Kol. 4 Col. 4: Gr = gran spruce; T = tall pine

" 9 " 9: G = gräsmark grassland; St = stubbåker stubble-field; Hp = hjälpst ploughed

" 10 " 10: Sv = svensk swedish; U = utländsk foreign

" 12 " 12: F = frost- el. torkskador frost or drought damage, chap. 16.; S = sörkskador vole damage;

T = torkskador drought (summer) damage; V = viltsskador game damage;

Ü = vattenskador (översvämning) water damage (submersion)

Bil. 5.2. Dominerande vegetation på försöksytorna, på hösten efter 1:a vegetationsperioden om ej annat framgår.

Dominant vegetation on plots in the autumn after the first growing season, unless otherwise stated.

Yta Plot	A r t e r S p e c i e s	Vegetationens täckningsgrad, procent Cover of vegetation, per cent	
		Totalt Total	Gräs Grass
S.866	Dactylis glomerata y- ¹⁾ , Agrostis stolonifera t, Elytrigia repens e ⁴⁾ , Festuca rubra e, Holcus mollis e, Phleum pratense e, Poa pratensis e, Achillea millefolium e	100	>75
S.867	Agrostis stolonifera r+, Hypericum maculatum s, Galium mollugo t, Dactylis glomerata e, Elytrigia repens e, Festuca ovina e, Festuca rubra e, Holcus mollis e, Phleum pratense e	"	50
S.886	Elytrigia repens r+, Agrostis stolonifera t, Poa pratensis t, Poa trivialis t, Calamagrostis canescens e, Deschampsia caespitosa e, Phleum pratense e, Cirsium arvense e, Cirsium palustre e	"	>75
S.929 ²⁾	Agrostis stolonifera r+, Elytrigia repens s, Phleum pratense s, Deschampsia caespitosa e, Festuca rubra e, Poa pratensis e, Achillea millefolium e, Achillea ptarmica e	"	"
S.931 ²⁾	Agrostis stolonifera r-, Elytrigia repens t, Dactylis glomerata e, Festuca rubra e, Phleum pratense e, Juncus effusus e, Scirpus silvestris e, Carex sp. e, Cirsium arvense e	"	60
S.932	Elytrigia repens y+, Agrostis stolonifera s, Achillea millefolium t, Cirsium arvense t, Phleum pratense e, Lapsana communis e, Ranunculus sp. e, Trifolium hybridum e	"	75
S.933	Agrostis stolonifera r+, Phleum pratense r+, Dactylis glomerata e, Elytrigia repens e, Poa pratensis e, Achillea millefolium e, Galium mollugo e	"	>75
S.940	Phleum pratense r+, Deschampsia caespitosa s, Filipendula ulmaria t, Agrostis stolonifera e, Dactylis glomerata e, Elytrigia repens e, Poa pratensis e, Lathyrus pratensis e	"	50
S.941	Achillea millefolium s, Jasione montana t, Trifolium repens t, Festuca rubra t, Agrostis stolonifera e, Festuca ovina e, Elytrigia repens e, Filago arvensis e, Centaurea scabiosa e	60	20
S.942	Tussilago farfara r-, Achillea millefolium s, Equisetum sp. s, Elytrigia repens s, Agrostis stolonifera t	"	"
S.943	Phleum pratense r+, Agrostis stolonifera r-, Elytrigia repens t, Alopecurus pratensis e, Deschampsia caespitosa e, Poa pratensis e, Juncus effusus e, Achillea ptarmica e	100	>75
S.944	Phleum pratense r-, Achillea millefolium r-, Ranunculus sp. s, Trifolium hybridum t, Lathyrus pratensis e, Elytrigia repens e	"	35
S.945 ³⁾	Agrostis stolonifera s, Alopecurus pratensis s, Poa pratensis s, Elytrigia repens t, Deschampsia caespitosa t, Phleum pratense e, Carex sp. e	"	70
S.946	Achillea millefolium r+, Ranunculus sp. t, Trifolium hybridum t, Trifolium repens t, Elytrigia repens e, Agrostis stolonifera e	80	5
S.947	Elytrigia repens s, Agrostis stolonifera s, Festuca rubra s, Poa pratensis s, Deschampsia caespitosa e, Festuca ovina e, Phleum pratense e	100	>75
S.948	Phleum pratense r-, Ranunculus sp. s, Agrostis stolonifera t, Deschampsia caespitosa e, Elytrigia repens e, Poa pratensis e, Achillea ptarmica e	"	60
S.949	Phleum pratense r-, Agrostis stolonifera s, Ranunculus sp. s, Achillea ptarmica t, Elytrigia repens e, Deschampsia caespitosa e, Festuca rubra e, Poa pratensis e, Carex sp. e, Parnassia palustris e	"	"
S.950	Agrostis stolonifera s, Polygonum sp. (pilört) s, Achillea ptarmica t, Deschampsia caespitosa e, Festuca pratensis e, Phleum pratense e, Poa pratensis e	80	25
S.985 ²⁾	Agrostis stolonifera r-, Elytrigia repens t, Alchemilla sp. t, Cirsium arvense t, Tripleurospermum inodorum t, Festuca pratensis e, Festuca rubra e, Phleum pratense e	70	35
S.986 ²⁾	Elytrigia repens s, Agrostis stolonifera r+, Festuca rubra r-, Phleum pratense e, Achillea millefolium e, Cirsium arvense e, Cirsium palustre e	100	>75
S.987 ²⁾	Agrostis stolonifera r-, Elytrigia repens r-, Phleum pratense t, Trifolium pratense t, Achillea millefolium t, Festuca pratensis e, Festuca rubra e, Galium mollugo e	"	70
S.988 ²⁾	Se S.987. See S.987.	"	"
S.1011	Agrostis stolonifera r+, Ranunculus sp. s, Sonchus arvensis t, Elytrigia repens e, Festuca rubra e, Phleum pratense e, Poa pratensis e	"	50
S.1012	Poa pratensis r-, Festuca rubra t, Carex leporina t, Carex caespitosa t, Elytrigia repens e, Agrostis stolonifera e, Deschampsia caespitosa e	"	>75
S.1013	Elytrigia repens r-, Cirsium arvense r-, Galeopsis sp. s, Dactylis glomerata e, Phleum pratense e	"	35
S.1014	Elytrigia repens r-, Cirsium arvense s, Phleum pratense t, Galeopsis sp. t, Galium mollugo t	"	50
S.1015	Elytrigia repens r+, Phleum pratense r-, Poa pratensis t, Agrostis sp. e, Dactylis glomerata e, Deschampsia caespitosa e, Festuca pratensis e	"	>75
S.1016	Calamagrostis canescens y-, Deschampsia caespitosa t, Scirpus silvaticus t, Poa pratensis e, Juncus effusus e, Lysimachia vulgaris e	"	"
S.1017	Agrostis stolonifera r+, Elytrigia repens s, Phleum pratense s, Poa trivialis t, Mentha sp. e	"	"
S.1018	Elytrigia repens y-, Agrostis stolonifera t, Phleum pratense t, Calamagrostis canescens e, Deschampsia caespitosa e, Poa trivialis e, Juncus sp. e	"	"
S.1019	Elytrigia repens y+, Phleum pratense e	80	"
S.1020	Elytrigia repens r-, Galeopsis sp. s, Stachys palustris s, Agrostis sp. e, Phleum pratense e	60	30
S.1021	Elytrigia repens r-, Agrostis stolonifera r-, Festuca rubra r-, Phleum pratense e, Achillea millefolium e, Alchemilla sp. e, Cirsium arvense e, Cirsium palustre e	100	>75
S.1022	Phleum pratense r+, Elytrigia repens s, Agrostis stolonifera s, Trifolium pratense t	"	"

Bil. 5.2. forts.

Yta Plot	Arter Species	Vegetationens täckningsgrad, procent	
		Cover of vegetation, per cent	
		Totalt	Gräs
		Total	Grass
S.1023	Elytrigia repens y-, Cirsium arvense s, Avena fatua e, Phleum pratense e, Tussilago farfara e	80	60
S.1024	Elytrigia repens y-, Achillea millefolium t, Agrostis stolonifera e, Phleum pratense e, Cirsium arvense e, Equisetum sp. e, Ranunculus sp. e, Stachys palustris e	90	70
S.1025	Trifolium hybridum r+, Ranunculus repens r+, Tripleurospermum inodorum t, Agrostis stolonifera e, Elytrigia repens e, Phleum pratense e, Poa pratensis e	80	10
S.1026	Agrostis sp. r+, Alopecurus pratensis t, Poa pratensis t, Carex sp. t, Deschampsia caespitosa e, Festuca pratensis e, Festuca rubra e, Phleum pratense e, Filipendula ulmaria e	100	>75
S.1027	Agrostis sp. s, Poa pratensis s, Trifolium repens s, Elytrigia repens t, Rumex acetosella t, Vicia hirsuta t, Dactylis glomerata e, Phleum pratense e, Erigeron acris e	90	40
S.1028	Elytrigia repens y-, Alopecurus pratensis t, Filipendula ulmaria t, Galeopsis sp. t, Agrostis stolonifera e, Deschampsia caespitosa e, Festuca pratensis e, Poa pratensis e	100	>75
S.1029	Cirsium arvense t, Equisetum arvense t, Plantago major t, Elytrigia repens e, Agrostis stolonifera e, Poa annua e	40	5
S.1030	Phleum pratense r-, Agrostis stolonifera t, Taraxacum sp. t, Trifolium pratense t, Elytrigia repens e, Poa pratensis e, Anthriscus silvestris e, Cirsium arvense e	100	60
S.1031	Triticum aestivum r+, Poa pratensis s, Elytrigia repens t, Ranunculus sp. t, Dactylis glomerata e, Festuca pratensis e, Phleum pratense e	80	"
S.1032	Tripleurospermum inodorum r-, Ranunculus sp. t, Vicia sp. t, Elytrigia repens e, Cirsium arvense e, Equisetum arvense e, Myosotis arvensis e	60	5
S.1061	Agrostis stolonifera r-, Elytrigia repens s, Phleum pratense t, Potentilla anserina t, Deschampsia caespitosa e, Carex sp. e, Juncus effusus e, Filipendula ulmaria e	100	60
S.1062	Phleum pratense r+, Ranunculus repens r-, Taraxacum sp. s, Trifolium repens t, Agrostis stolonifera e, Deschampsia caespitosa e, Festuca pratensis e	80	40
S.1063	Se S.1062. See S.1062.	"	"
S.1064 bl.A-B, opl.	Agrostis stolonifera r-, Elytrigia repens s, Cirsium arvense s, Ranunculus repens t, Sonchus arvensis t, Festuca pratensis e, Festuca rubra e, Phleum pratense e, Juncus effusus e	100	60
bl.A-B, h.pl.	Elytrigia repens r-, Cirsium arvense r-, Agrostis stolonifera s, Sonchus arvensis s	"	"
bl.C-E, opl.	Agrostis stolonifera r-, Elytrigia repens r-, Ranunculus repens t, Sonchus arvensis t, Festuca rubra e, Festuca pratensis e, Phleum pratense e, Poa trivialis e, Juncus effusus e, Carex sp. e	"	70
bl. C-E, h.pl.	Elytrigia repens y-, Sonchus arvensis r-, Agrostis stolonifera e, Phleum pratense e	"	55
S.1065	Elytrigia repens r+, Achillea millefolium r-, Agrostis stolonifera e, Dactylis glomerata e, Festuca rubra e, Poa pratensis e, Cirsium arvense e, Equisetum sp. e	90	45
S.1066	Poa pratensis r+, Carex sp. r+, Agrostis stolonifera e, Phleum pratense e, Juncus effusus e, Scirpus sp. e, Parnassia palustris e, Potentilla palustris e	100	>75
S.1067	Phleum pratense r+, Trifolium hybridum r-, Ranunculus repens s, Alopecurus pratensis e, Dactylis glomerata e, Deschampsia caespitosa e, Poa pratensis e	"	50
S.1068	Trifolium repens y-, Cirsium arvense s, Elytrigia repens t, Achillea millefolium t, Tripleurospermum inodorum t, Triticum aestivum e	90	10
S.1070	Trifolium repens r-, Plantago sp. t, Prunella vulgaris t, Rumex acetosella t, Elytrigia repens e, Agrostis stolonifera e, Gnaphalium silvaticum e	80	10
S.1071	Agrostis stolonifera r+, Cirsium arvense r-, Vicia cracca t, Elytrigia repens e, Achillea millefolium e, Equisetum sp. e, Hieracium sp. e	"	40
S.1072	Agrostis tenuis y-, Festuca rubra r-, Alopecurus pratensis e, Deschampsia caespitosa e, Elytrigia repens e, Phleum pratense e, Poa pratensis e	100	>75
S.1073	Elytrigia repens r-, Polygonum convolvulus t, Agrostis stolonifera e, Achillea millefolium e, Centaurea cyanus e	50	40
S.1074	Agrostis stolonifera r-, Ranunculus sp. s, Elytrigia repens s, Trifolium hybridum t, Phleum pratense e, Achillea millefolium e, Centaurea cyanus e, Cirsium arvense e	80	40
S.1075	Agrostis stolonifera s, Phleum pratense s, Ranunculus sp. t, Trifolium hybridum t, Trifolium repens t, Deschampsia caespitosa e, Elytrigia repens e	100	40
S.1076	Achillea millefolium s, Cirsium arvense s, Centaurea cyanus e, Daucus carota e, Euphorbia sp. e, Hieracium sp. e, Lathyrus pratensis e	50	(1)
S.1077	Festuca rubra r-, Poa pratensis t, Taraxacum sp. t, Trifolium repens t, Agrostis stolonifera e, Festuca pratensis e, Phleum pratense e, Cirsium arvense e	100	60
S.1078	Sonchus arvensis r-, Cirsium arvense s, Chenopodium sp. t, Sinapis arvensis t, Vicia hirsuta t, Avena fatua e, Elytrigia repens e, Agrostis stolonifera e	80	5
S.1079	Agrostis stolonifera y+, Phleum pratense t, Achillea millefolium e, Achillea ptarmica e, Equisetum sp. e, Galeopsis sp. e	100	>75
S.1080	Phleum pratense r+, Agrostis stolonifera r-, Elytrigia repens t, Achillea millefolium e, Achillea ptarmica e, Cirsium arvense e	"	75
S.1081	Deschampsia caespitosa r-, Ranunculus sp. s, Agrostis sp. t, Festuca pratensis t, Trifolium pratense t, Alopecurus pratensis e, Dactylis glomerata e, Elytrigia repens e	"	60

1) Procentuell täckning av markytan: e = - 6,25 enstaka; r+ = 37,5 - 50 riklig
 Per cent cover of soil surface: t = 6,25 - 12,5 tunnads; y- = 50 - 75 ymnig
 s = 12,5 - 25 strödd; y+ = 75 - 100 ymnig
 r- = 25 - 37,5 riklig;

2) Två vegetationsperioder efter anläggning Two growing seasons after establishment

3) Tre " " " Three " " " " " " " " " " " "

4) Elytrigia repens = Agropyron repens

Bil. 13.1. Bedömd besprutningseffekt i enskilda herbicidfläckar efter 1 vegetationsperiod i jämförelse med vegetationens vikt.

Estimated spray effect for individual herbicide patches after one growing season, in relation to the weight of vegetation clipped from them.

Yta Plot	Herbicide	Dos., kg/ha Dose, kg/ha	Planta, nr Seedl., No.	Veg.:s vikt, g/0,5 m ² Weight of veget. g/0,5 m ²			Bedömd bespr.eff. Spray eff. estimated	Dominerande arter Species, dominating
				Gräs Grass	Örter Herbs	Totalt Total		
S.949	Simazin	10	4	154	8	162	5	Agrostis sp., Phleum pratense, Ranunculus repens
			13	109	34	139	4	Phleum pratense, Agrostis sp., Ranunculus repens
			25	147	27	174	3	" " "
			74	153	40	193	2	Agrostis sp., Phleum pratense, Carex sp.
			81	104	30	134	5	Phleum pratense, Agrostis sp., Ranunculus repens
			85	72	47	119	2	Agrostis sp., Ranunculus repens, Mentha sp.
			97	107	57	164	2	" " , Phleum pratense, Ranunculus repens
			101	78	25	103	3	" " , Ranunculus repens
			141	50	70	120	7	" " , Phleum pratense, Ranunculus repens
			144	66	27	93	5	" " , Elytrigia repens, " "
		20	4	31	29	60	9	" " , Ranunculus repens
			42	96	71	167	2	" " , Festuca rubra, Ranunculus repens
			65	83	42	125	5	" " , Elytrigia repens, " "
			66	25	68	93	7	" " , Ranunculus repens
			74	143	13	156	4	Carex leporina, Phleum pratense, Agrostis sp.
			76	55	6	61	9	Phleum pratense, Agrostis sp., Galium mollugo
			114	63	52	115	4	Carex sp., Agrostis sp., Ranunculus repens
			134	20	13	33	9	Agrostis sp., Ranunculus repens, Trifolium repens
			137	20	29	49	8	" " , Carex leporina, Ranunculus repens
			150	24	1	25	9	" " , Elytrigia repens, " "
	Atrazin	10	4	130	1	131	4	Elytrigia repens, Phleum pratense, Agrostis sp.
			29	98	14	112	7	Agrostis sp., Carex leporina, Ranunculus repens
			47	100	39	139	3	Carex leporina, Phleum pratense, Agrostis sp.
			49	59	35	94	5	Agrostis sp., Ranunculus repens, Trifolium repens
			60	69	27	96	6	" " , Phleum pratense, Ranunculus repens
			85	147	44	191	7	Carex leporina, Agrostis sp., " "
			93	57	-	57	9	Poa pratensis, Agrostis sp., " "
			118	204	12	216	2	Carex leporina, " " , Mentha sp.
			129	4	40	44	6	Agrostis sp., Ranunculus repens, Trifolium repens
			132	10	52	62	5	Poa pratensis, Agrostis sp., Ranunculus repens
		20	6	10	30	40	9	Agrostis sp., Ranunculus repens
			17	11	39	50	8	" " , " "
			24	15	4	19	9	Elytrigia repens, Agrostis sp., Ranunculus repens
			46	6	52	58	9	Agrostis sp., Elytrigia repens, Poa pratensis
			59	7	27	34	9	Ranunculus repens, Poa pratensis, Agrostis sp.
			63	28	14	42	10	Phleum pratense, Elytrigia repens, Ranunculus repens
			77	3	55	58	6	Ranunculus repens, Agrostis sp., Phleum pratense
			110	3	63	66	7	" " , " "
			145	21	4	25	10	Agrostis sp., Trifolium repens, Parnassia palustris
			147	13	19	32	9	" " , Ranunculus repens
	Dalapon	20	25	48	152	200	0	Ranunculus repens, Achillea ptarmica, Phleum pratense
			38	189	30	219	3	Phleum pratense, Agrostis sp., Ranunculus repens
			77	134	70	204	3	Agrostis sp., Phleum pratense, " "
			80	214	280	494	3	Achillea ptarmica, Eriobolus palustris, Poa pratensis
			85	21	166	187	0	Ranunculus repens, Trifolium repens, Agrostis sp.
			97	119	55	174	3	Agrostis sp., Poa pratensis, Ranunculus repens
			101	31	172	203	0	Achillea ptarmica, Ranunculus repens, Poa pratensis
			106	18	206	224	0	Achillea millefolium, Galium mollugo, Agrostis sp.
			110	59	135	194	2	Achillea ptarmica, " " , Phleum pratense
			113	47	173	220	0	" " , Ranunculus repens, Elytrigia repens
S.1067	Atrazin	10	4	60	22	82	7	Phleum pratense, Taraxacum sp.
			23	54	115	169	4	Ranunculus repens, Phleum pratense
			49	99	43	142	5	Phleum pratense, Ranunculus repens
			58	20	91	111	7	" " , Taraxacum sp., " "
			71	4	3	7	10	" " , Ranunculus repens
			83	46	73	119	5	Ranunculus repens, Taraxacum sp., Phleum pratense
			104	22	-	22	8	Phleum pratense
			110	20	199	219	3	Cirsium arvense, Ranunculus repens, Phleum pratense
			134	100	77	177	3	Phleum pratense, " " , Lathyrus pratensis
			150	7	-	7	9	" " , " "
	Amitrol+ diuron	20	6	158	7	165	7	" " , " "
			28	63	38	101	8	" " , " " , Plantago sp.
			49	82	29	111	7	" " , Trifolium hybridum
			58	-	96	96	6	Lapsana communis
			65	1	21	22	8	Achillea millefolium, Ranunculus repens, Phleum pratense
			67	134	4	138	8	Phleum pratense, Achillea millefolium
			105	11	10	21	9	Poa pratensis, Lapsana communis
			111	-	103	103	7	Cirsium arvense
			137	143	17	160	7	Phleum pratense, Taraxacum sp.
			146	135	9	144	7	" " , " " , Achillea millefolium
S.1079	Atrazin	10	3	16	12	28	8	Agrostis sp., Achillea ptarmica, Equisetum sp.
			21	161	1	162	7	" " , Potentilla anserina
			26	115	17	132	8	" " , Achillea ptarmica
			48	88	34	122	8	" " , " "
			64	81	4	85	6	" " , " "
			85	23	62	85	7	Potentilla anserina, Agrostis sp.
			93	138	-	138	7	Agrostis sp.
			100	154	10	164	6	" " , Polygonum convolvulus
			121	4	4	8	9	" " , Potentilla anserina
			124	115	8	123	8	" " , Vicia cracca
	Amitrol+ diuron	20	4	239	3	242	4	" " , Phleum pratense, Sonchus arvensis
			6	311	45	356	0	" " , " " , " "
			34	317	-	317	3	" " , " "
			38	297	-	297	3	" " , " "
			73	463	-	463	1	" " , " "
			81	589	-	589	2	" " , " "
			93	290	9	299	3	" " , Phleum pratense, Achillea ptarmica
			103	405	-	405	3	" " , " "
			123	245	11	256	3	" " , " " , Vicia cracca
			148	497	6	503	1	" " , " " , Equisetum sp.
S.1080	Atrazin	10	3	18	41	59	8	Galium mollugo, Sonchus arvensis, Agrostis sp.
			4	13	7	20	9	Vicia cracca, Phleum pratense
			27	18	-	18	8	Agrostis sp.
			51	35	1	36	8	Elytrigia repens, Achillea ptarmica
			61	31	119	150	8	Cirsium arvense, Tussilago farfara, Phleum pratense
			73	35	65	100	9	Tussilago farfara, Vicia cracca, Elytrigia repens
			110	7	17	24	9	Galium mollugo, Sonchus arvensis, Phleum pratense
			113	-	45	45	5	Sonchus arvensis, Equisetum sp., Tussilago farfara
			132	45	15	60	8	Elytrigia repens, Galium mollugo
			143	23	40	63	9	Equisetum sp., Elytrigia repens, Phleum pratense
	Amitrol+ diuron	20	4	9	117	126	8	Sonchus arvensis, Agrostis sp.
			25	62	8	70	9	Agrostis sp., Achillea millefolium
			69	42	15	57	8	Elytrigia repens, Agrostis sp., Sonchus arvensis
			82	21	4	25	6	" " , Galium mollugo, Achillea ptarmica
			71	160	29	189	4	" " , Phleum pratense, Tussilago farfara
			83	16	57	73	8	Sonchus arvensis, Achillea millefolium, Phleum pratense
			104	111	56	167	6	Tussilago farfara, Cirsium arvense, Phleum pratense
			110	164	232	396	5	Sonchus arvensis, Phleum pratense, Agrostis sp.
			174	106	41	147	6	Phleum pratense, Agrostis sp., Sonchus arvensis
			150	13	33	46	9	Sonchus arvensis, " "

Bil. 13.2. Uppgifter om planteringsmetoder och planteringsresultat vid herbicidbesprutning samt effekt på vegetation och grässtryck vid olika besprutningsförfaranden.

Data for planting methods, and results obtained for planting accompanied by herbicide spraying; data for effect on vegetation and grass competition of different spraying procedures.

Yta Plot	Herbicide	Dos., kg/ha	Träd- slag Tree spec.	Plant.- metod Method of plant.	Bespr. Method of spraying	V. r. s.				E ₁	E ₂	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅						
						Kontroll		Herbicide																		
						Vegetationsper.																				
						No. of grow. seas.																				
						1	2	1	2																	
S.1012	Amitrol	20	G	B	2	2,4	1,2	1,5	1,1	1,2	0,2	99,3	98,7	86,7	63,3	27,9	31,7	35,9	40,0	51,8						
S.1013						3,9	2,8	3,9	2,8	3,0	0,6	98,7	86,0	74,0			28,0	28,0	34,5							
S.1015						3,5	3,1	2,6	2,6	6,8	3,1	100,0	94,0	66,0			25,2	29,4	31,3		32,3					
S.1016						3,1	2,9	1,6	2,9	3,9	1,5	97,3	15,3	38,7			43,4	31,3								
S.1028						1,8	2,1	1,2	2,0	5,0	3,5	100,0	100,0	57,3			33,8	37,6	44,7							
S.1015		40	G	B	2	3,5	3,1	2,7	2,8	6,4	2,1	99,3	93,3	74,0	61,3	26,8	29,7	33,8	37,8	46,0						
S.1012						2,4	1,2	1,4	1,2	2,1	0,3	100,0	99,3	86,0			26,8	29,7	33,8		37,8					
S.1013						3,9	2,8	3,9	2,8	5,0	1,5	99,3	90,7	78,7			26,8	27,3	34,0							
S.1015						3,5	3,1	2,5	2,5	7,7	3,3	98,7	94,7	69,3			23,9	28,5	32,2		36,9					
S.1016						3,1	2,9	1,1	2,1	7,2	2,2	98,7	16,7	39,1			43,3	31,5								
S.1017	2,9	3,1	2,0	2,8	3,9	0,5	97,3	85,3	55,3	22,0	26,1	26,8	29,9													
S.1021	2,5	2,6	1,0	2,0	4,8	1,3	98,7	97,3	96,0	87,3	24,0	27,2	31,2	33,7	44,3											
S.1022	2,8	3,5	1,2	2,2	8,6	2,6	92,7	81,3	75,3	68,7	25,5	29,3	22,4	28,9	45,8											
S.1028	1,8	2,1	1,1	1,8	5,4	2,1	99,3	98,7	48,7		24,3	38,3	43,3	37,0												
S.1015	20	T	B	2	3,5	3,1	2,0	2,9	8,5	3,2	99,3	92,0	68,0	89,2	11,0	22,3	34,6	57,6								
S.1027					2,5	1,3	1,2	1,2	1,2	0,3	100,0	99,2														
S. 866					Dalapon	10	G	B	2	1,3	1,3	1,2	1,1			2,8	3,4	99,3	97,3	95,3	94,7	41,6	47,6	53,4	66,4	121,5
S. 886										2,7	2,9	2,2	3,0			3,4	1,1	98,7	97,3	94,0	48,0	24,8	26,7	30,6	34,0	46,3
S.1012										2,4	1,2	1,7	1,2			0,9	0,1	100,0	98,7	90,0	67,3	27,6	31,7	35,8	40,9	53,1
S.1015	3,5	3,1	2,1	2,4						5,2	2,0	100,0	92,0	66,0		26,1	30,3	32,8	34,3							
S.1016	3,1	2,9	1,5	2,2						4,8	2,0	92,7	12,7			39,1	43,7	28,3	26,6							
S.1017	2,9	3,1	1,5	2,9		5,7	1,2	100,0	86,0	54,7		24,0	28,2	25,5	26,6											
S.1020	15	G	B	2		2,2	2,0	2,0	1,7	3,2	0,9	100,0	90,0	75,3	42,7	22,0	26,2	33,0	36,0	55,3						
S. 867						1,0	1,2	1,0	1,0	2,7	3,1	100,0	92,0	90,0	87,3	40,6	47,8	49,2	59,7	102,5						
S.1013						3,9	2,8	4,0	3,0	1,5	1,2	97,3	84,0	62,0		60,0	25,7	27,8	24,0	31,9						
S.1015						3,5	3,1	2,3	3,2	5,1	1,4	100,0	94,0	64,0		24,7	28,9	29,1	31,3							
S.1022					2,8	3,5	1,6	2,8	6,2	1,7	91,3	73,3	64,7	57,3	23,8	27,4	19,4	24,9	41,1							
S.1032	1,1	1,1	1,1	1,2	0,0	0,2	100,0	100,0	100,0	96,7	20,0	21,6	30,0	42,7	60,4											
S.1065	Dalapon	15	G	B	2	1,4		1,1		2,3		99,3				26,9	31,7									
S.1075						1,6	2,0	1,3	1,1	0,4	0,4	98,0	30,0	24,0		20,2	23,2	22,1	32,4							
S.1077						2,6	1,9	1,2	1,2	2,2	2,0	98,7	25,3	18,0		18,6	21,7	19,6	29,7							
S. 866						1,3	1,3	1,1	1,0	4,6	5,4	100,0	95,3	94,7	93,3	39,2	45,5	52,0	65,6	124,0						
S. 867						1,0	1,2	1,0	1,0	3,0	3,2	100,0	92,0	91,3	88,7	40,6	45,3	46,5	55,5	96,3						
S. 886		20	G	B	2	2,7	2,9	1,8	2,5	4,0	1,4	100,0	99,3	98,0	60,0	25,7	27,8	33,8	39,7	52,0						
S. 948						1,7	1,3	1,3	1,1	1,9	0,0	98,7	98,0	97,3	88,0	30,4	35,4	39,7	54,1	86,9						
S.1011						2,1	1,4	1,9	1,2	2,1	0,2	99,3	97,3	72,7	44,7	27,2	31,4	34,1	39,6	57,5						
S.1012						2,4	1,2	1,4	1,1	1,7	0,3	100,0	99,3	85,3	62,0	27,0	31,4	36,3	40,7	54,8						
S.1013						3,9	2,8	3,7	2,9	2,6	1,9	100,0	90,0	76,0		28,2	26,0	31,9								
S.1015	Dalapon	20	G	B	2	3,5	3,1	2,0	2,9	7,2	2,6	99,3	96,7	72,7	23,1	27,2	30,6	30,0								
S.1016						3,1	2,9	1,3	1,8	6,5	2,8	96,0	16,0				39,9	44,2	36,2							
S.1017						2,9	3,1	1,4	2,8	6,6	1,6	98,7	80,7	50,0				22,2	26,3	24,3	23,9					
S.1020						2,2	2,0	1,8	1,6	3,6	0,8	100,0	89,3	80,0			41,3	23,3	27,3	35,1	36,8	53,4				
S.1021						2,5	2,6	1,0	2,3	7,3	2,6	97,3	95,3	95,3			82,0	24,5	27,7	29,9	33,6	46,1				
S.1022		40	G	B	2	2,8	3,5	1,7	3,1	6,0	1,2	92,7	83,3	70,7	61,3	23,3	27,0	21,2	26,8	41,4						
S.1025						1,8	3,0	1,0	3,1	5,1	0,4	94,7	85,3	82,7	77,3	24,4	27,1	30,3	39,8	63,6						
S.1031						1,4	1,5	1,0	1,3	1,3	2,0	98,0	95,3	94,7	83,3	19,8	24,7	31,3	39,4	58,5						
S.1011						2,0	1,2	1,7	1,3	2,4	0,1	100,0	99,3	72,0	61,3	20,4	24,1	37,2	46,6	63,4						
S.1021						1,0	2,4	1,0	2,4	7,8	3,1	96,0	90,0	89,3	78,7	23,4	26,8	28,7	32,3	45,1						
S.1018	Dalapon	15	T		2	3,3	3,0	2,2	3,1	5,6	1,3	100,0			1,3	19,7	24,5	23,3	27,2	60,5						
S.1019						3,3	2,6	2,9	2,3	4,7	0,5	97,3						18,7	22,4	26,5						
S. 867						1,0	1,2	1,0	1,0	3,1	3,5	100,0	88,7	84,0			80,7	39,9	45,0	43,6	53,4	91,3				
S. 886						2,7	2,9	2,1	2,6	4,3	1,6	100,0	99,3	98,0			55,3	24,6	27,3	31,9	36,1	49,5				
S. 950						1,5	1,2	1,3	1,2	2,8	0,2	100,0	99,3	98,7			82,0	28,5	33,1	41,8	53,1	81,2				
S.1013		40	T		2	3,9	2,8	3,9	3,1	3,4	1,6	99,3	69,3	51,3		26,8	21,0	26,1								
S.1015						3,5	3,1	2,0	2,8	6,6	2,3	99,3	90,0	60,0		24,8	29,1	29,7	33,2							
S.1022						2,8	3,5	1,2	2,7	6,9	2,2	96,7	86,7	78,0	70,0	23,3	26,9	22,6	27,8	43,7						
S.1031						1,4	1,5	1,2	1,3	2,5	1,2	99,3	84,7	79,3	60,7	19,4	24,1	25,6	32,4	46,4						
S.1032						1,1	1,1	1,0	1,1	0,1	0,6	100,0	97,5	93,3	84,2	19,8	20,9	25,7	34,4	49,9						
S.1012	40	G	B	2	2,4	1,2	1,2	1,1	2,9	0,4	100,0	98,7	88,0	52,7	27,6	31,4	35,1	38,9	53,2							
S.1015					3,5	3,1	1,5	2,7	7,8	3,1	99,3	92,7	68,7		23,8	28,0	29,6	32,0								
S.1016					3,1	2,9	1,4	1,8	8,4	4,2	95,3	20,7			39,9	43,6	24,6									
S.1015					3,5	3,1	1,6	3,0	8,0	2,7	99,3	84,0	47,3		25,8	28,4	22,8	24,3								
S.1070					1,4	1,0	1,1	1,1	1,7		99,3	94,0	92,7		5,3	12,0	29,1	47,3								

Bil. 13.2. forts.

Yta Plot	Herbicide	Dos., kg/ha	Träd- slag Tree spec.	Plant.- metod Method of plant.	Bespr. Method of spraying	V.r.s. Kontroll Herbicide				E ₁	E ₂	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅
						Control Herbicide														
						Vegetationsper.														
						No. of grow. seas.														
						1	2	1	2											
S.1081	Amitrol + diuron	15	G	B	2	1,6	2,8	1,0	2,5	7,5	2,0	100,0	95,3			27,7	30,4	30,8		
S.1064		20				2,4		1,9		2,9		99,3				29,2	35,5			
S.1065						1,4	1,5	1,4	1,5	5,5	0,4	100,0		36,7		25,0	29,4	25,0		
S.1067						2,0	1,5	1,0	1,0	7,2	3,0	100,0	100,0			21,7	27,6	36,1		
S.1068						1,3	1,4	1,0	1,3	4,4	2,7	100,0	100,0			21,9	26,8	30,1		
S.1069						1,0		1,0		2,9		100,0					30,7			
S.1075						1,6	2,0	1,3	1,4	5,4	1,3	98,7	52,0	46,0		20,0	23,2	24,9	34,3	
S.1077						2,6	1,9	1,0	1,2	7,1	3,4	96,7	63,3	55,3		19,2	22,9	23,9	34,4	
S.1078						1,7	1,0	1,0	1,2	7,0	1,2	100,0	99,3			26,2	30,3	38,4		
S.1079						2,5	1,9	1,7	1,3	2,5	2,0	100,0	99,3			28,1	33,8	43,1		
S.1080						2,4	1,9	1,2	1,1	6,2	4,6	100,0	100,0			24,6	31,2	44,8		
S.1082						1,0		1,0		5,7		99,3					32,1			
S.1084						3,0		1,2		4,6		100,0					32,5			
S.1191						1,6		1,2		4,0		100,0				26,1	31,2			
S.1192						3,0		2,0		4,6		99,3				23,3	27,7			
S.1193						1,0		1,0		5,8		100,0				26,9	35,0			
S.1194						1,0		1,0		5,3		100,0				26,2	35,6			
S.1195						3,3		2,0		5,4		80,0				24,8	25,3			
S.1196						1,0		1,0		6,6		72,7				29,5	34,0			
S.1028					1	1,8	2,1	1,1	2,0	7,0	4,6	100,0	98,7	50,7		32,9	37,1	40,5	37,5	
S.1078				M	2	2,5	1,5	1,0	1,3			100,0	100,0			28,3	33,7	42,6		
S.1079						2,8	1,5	1,7	1,3			100,0	98,7			26,9	33,3	43,4		
S.1080						2,0	1,9	1,2	1,1			100,0	99,3			24,8	32,9	46,8		
S.1079					1	2,8	1,5	1,6	1,5			100,0	98,0			27,2	33,3	41,7		
S.1080						2,0	1,9	1,5	1,1			100,0	100,0			25,7	33,9	47,0		
S.1193						1,0		1,0				97,3				26,5	36,9			
S.1194						1,0		1,0				99,3				24,2	34,5			
S.1195						2,5		1,0				99,3				23,7	30,4			
S.1196						1,0		1,0				84,0				29,5	34,3			
S.1068			T	B	2	1,3	1,3	1,0	1,1			97,5	95,0			14,3	22,1	35,8		
S. 942	Atrazin	10	G	B	1	1,9	1,2	1,4	1,2			100,0	100,0	94,7	89,3	23,9	32,2	45,3	70,0	109,4
S. 949						2,2	1,3	1,2	1,1	5,8	0,1	99,3	98,0	81,3	70,7	28,2	32,6	35,9	47,1	71,3
S. 950						1,5	1,2	1,4	1,2	6,4	1,0	100,0	99,3	89,3	81,3	28,1	32,1	40,8	54,4	81,9
S.1024						1,5	1,2	1,2	1,3	4,6	1,7	99,3	99,3	88,7		24,6	30,8	38,5	39,0	
S.1064						2,4		1,4		5,7		100,0				27,8	33,5			
S.1065						1,4	1,5	1,8	1,9	4,5	0,5	100,0	31,7			23,6	27,8	22,5		
S.1067						2,0	1,5	1,0	1,0	5,9	2,0	100,0	100,0			22,1	28,4	37,0		
S.1068						1,3	1,4	1,0	1,1	3,6	1,8	100,0	100,0			22,7	27,7	31,6		
S.1069						1,0		1,0		3,0		100,0					31,0			
S.1070						1,0	1,0	1,0	1,0	5,2	3,0	98,7	98,0			27,0	34,1	39,8	57,9	
S.1071						1,5	1,5	1,2	1,0	5,7	3,9	100,0	92,7	89,3		23,8	28,1	32,7	45,4	
S.1072						1,7	2,7	1,0	1,0	8,4	3,9	99,3	88,7	82,7		21,9	25,8	30,3	38,8	
S.1074						1,6	1,9	1,1	1,4	3,0	3,1	99,3	88,7	86,7		19,7	23,4	27,6	39,4	
S.1075						1,6	2,0	1,1	1,2	3,4	1,3	100,0	67,3	62,0		19,9	23,3	24,9	32,8	
S.1076						1,0	1,4	1,0	1,1	5,0	3,9	94,0	74,7	72,7		20,6	22,2	23,5	29,3	
S.1077						2,6	1,9	1,1	1,1	4,8	4,0	96,7	56,7	49,3		20,8	24,0	24,2	33,4	
S.1078						1,7	1,0	1,0	1,3	7,7	1,6	99,3	98,7			26,6	30,8	37,4		
S.1079						2,5	1,9	1,0	1,0	7,0	4,9	100,0	99,3			27,0	33,1	45,0		
S.1080						2,4	1,9	1,1	1,2	8,0	5,1	99,3	99,3			24,2	31,8	44,9		
S.1081						1,6	2,8	1,0	2,1	7,8	3,5	100,0	97,3			28,3	31,2	32,4		
S.1082						1,0		1,0		4,7		100,0					32,6			
S.1191						1,6		1,0		5,8		100,0				27,7	32,6			
S.1192						3,0		1,6		4,4		99,3				24,6	29,0			
S.1193						1,0		1,0		6,6		97,3				26,4	33,6			
S.1194						1,0		1,0		4,1		99,3				24,6	33,5			
S.1195						3,3		1,2		6,2		94,0				25,1	27,6			
S.1196						1,0		1,0		6,2		87,3				31,3	36,6			
S.1024					S	1,7	1,4	1,1	1,1	7,2	3,5	98,7	96,0	90,0		23,2	29,9	36,8	46,9	
S.1076						1,0	1,2	1,0	1,0			99,3	84,7	81,3		20,6	23,4	26,5	32,7	
S.1081						1,6	2,6	1,0	2,1			99,3	98,0			29,9	32,2	33,5		
S.1074					M	1,3	2,1	1,1	1,4			100,0	94,7	92,0		17,2	21,2	28,2	40,9	
S.1075						1,0	1,1	1,0	1,1			98,0	91,3	88,7		19,1	22,0	25,6	34,5	
S.1078						2,5	1,5	1,1	1,5			100,0	99,3			28,3	33,8	42,4		
S.1079						2,8	1,5	1,0	1,1			99,3	98,7			27,3	32,8	44,1		
S.1080						2,0	1,5	1,1	1,3			100,0	100,0			24,5	32,9	47,7		
S.1193						1,0		1,0				99,3				26,5	37,4			
S.1194						1,0		1,0				100,0				25,3	36,3			
S.1195						2,5		1,1				93,3				23,2	26,0			
S.1196						1,1		1,0				90,0				32,2	36,9			
S.1026						2,6	2,0	1,3	1,3	7,4	4,5	99,3	99,3	92,7		25,5	32,6	44,0	61,4	
S.1023				B	1	2,3	1,6	1,3	1,1	3,4	0,4	99,3	96,6	94,0		22,9	28,6	32,1	43,1	
S.1028						1,8	2,1	1,1	1,9	8,0	4,9	100,0	96,7	51,3		32,9	36,8	41,6	38,3	
S.1061						2,0	2,3	1,1	1,5	6,6	4,2	99,3	81,3	73,3		22,8	27,1	32,5	40,2	
S.1063						1,0	1,3	1,0	1,1	3,4	5,6	99,3	99,3	99,3		19,6	24,5	26,7	38,6	
S.1084						3,0		1,2		4,5		99,3					32,8			
S.1062				M		1,1	1,3	1,0	1,1	3,4	4,3	100,0	96,7	94,0		17,6	21,7	24,1	36,3	

1) o.pl. = opljdd not ploughed sub-blocks

Bil. 13.2. forts.

Yta Plot	Herbicide	Dose, kg/ha	Tree spec.	Plant.- metod Method of plant.	Bespr. Method of spraying	V.r.s.				E ₁	E ₂	ö _{p1}	ö _{p2}	ö _{p3}	ö _{p5}	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₅	
						Kontroll		Herbicide													
						Vegetationsper.															
						No. of grow. seas.															
						1	2	1	2												
S.1023	Atrazin	20	G	B	2 1	1,8	3,0	1,1	2,7	7,2	2,3	84,0	77,3	75,3	75,3	24,4	27,2	32,4	43,1	71,8	
S. 886						2,7	2,9	2,0	3,0	6,4	1,7	99,3	96,7	94,7	49,3	22,8	25,5	31,8	35,9	48,3	
S. 949						2,2	1,3	1,1	1,1	8,4	0,6	98,7	97,3	81,3	72,0	28,5	33,1	35,7	45,9	69,9	
S. 950						1,5	1,2	1,2	1,1	7,8	2,6	100,0	98,7	89,3	82,7	29,4	33,7	42,0	55,9	87,6	
S.1012						2,4	1,2	1,0	1,2	7,2	2,5	100,0	87,3	82,0	30,7	28,6	32,2	37,6	54,0		
S.1013						2,9	2,8	4,0	2,6	4,9	3,7	98,7	84,0	68,7		26,7	27,0	34,0			
S.1017						2,9	3,1	2,0	2,5	7,6	4,8	97,3	84,0	64,0	11,3	23,0	27,4	29,0	31,7	47,4	
S.1020						2,2	2,0	2,2	1,5	4,2	1,2	98,7	84,0	76,7	49,3	22,8	26,5	33,8	36,6	55,0	
S.1024						1,5	1,2	1,0	1,2	7,5	4,1	98,7	93,3	88,0		25,8	31,5	38,7	46,6		
S.1064						2,4		1,3		7,4		100,0				27,4	33,0				
o.pl.																					
S.1076											1,0	1,4	1,0	1,0	5,7	4,9	89,3	52,0	50,7		21,2
S.1024				S M		1,7	1,4	1,0	1,1	8,1	4,9	93,3	90,0	84,7		23,9	31,0	37,4	49,1		
S.1018						3,3	3,0	2,2	2,7	8,1	4,2	98,6	73,5	46,3		20,8	25,8	27,2	29,9		
S.1019		10	T	B		3,3	2,6	3,7	2,3	4,6	2,4	98,0				18,9	24,1	27,1			
S.1064								3,5		3,1				98,0				12,1	20,8		
S.1068						1,3	1,3	1,0	1,3			98,3	96,7			14,5	21,4	34,3			
S.1070						1,4	1,0	1,0	1,0			97,3	98,7	98,7		6,0	13,2	34,1	52,4		
S.1074		15				2,5	1,9	1,6	1,5			100,0	99,3	99,3		5,0	9,9	31,0	48,9		
S.1025						3,2	2,2	1,3	1,2	4,0	0,4	99,3	92,7	90,0		11,7	21,8	30,5	46,2		
S.1027						2,5	1,3	1,0	1,0	8,1	3,5	96,7	95,0	93,3		11,2	21,4	36,3	63,0		
S. 943	Simazin	5	G	B	1	3,6	3,4	3,7	3,3	1,9	2,8	94,0	63,3	43,3		26,5	36,8	41,5	51,4		
S. 946						1,0	1,2	1,0	1,2	1,8	1,4	98,0	97,3	87,3	77,3	26,7	28,9	37,1	47,1	83,2	
S. 923						2,0	2,3	2,0	1,5			96,7	95,0	84,2	93,3	29,1	34,1	36,6	51,2	97,4	
S. 929						3,0	2,7	3,3	2,6	2,7	2,4	99,2	84,2	78,3	64,2	20,2	26,8	35,5	46,0	80,4	
S. 931						2,1	2,5	2,0	2,3	2,6		99,2	96,7	94,2	93,3	21,0	25,8	30,3	42,1	79,6	
S. 932						2,8	2,6	2,5	2,7	3,2		95,3	92,0			21,3	24,5	34,5			
S. 933						3,1	2,5	3,7	2,7	1,6		97,3	75,3			21,9	25,9	33,1			
S. 936							3,5		3,2			34,2	26,7		21,7		20,6	19,5		24,5	
S. 940							3,9	3,6	3,9	3,2	2,8		66,0	38,0			20,6	25,6			
S. 942							1,9	1,2	1,6	1,1	2,5	0,6	100,0	100,0	93,3	84,7	23,2	32,4	48,9	66,9	102,6
S. 943							3,6	3,4	3,8	3,0	2,2	3,4	91,3	51,3	38,0		26,5	38,2	43,9	56,9	
S. 944							1,8	2,8	1,7	2,7	2,7	3,4	91,3	84,7	49,3		25,8	27,6	33,3	37,4	
S. 945							2,2	3,4	1,9	3,3	1,7	2,6	98,0	72,0	40,0		23,7	28,0	34,0	40,8	
S. 946							1,0	1,2	1,0	1,1	3,5	2,0	98,7	98,7	92,0	74,0	25,7	27,5	36,8	44,4	73,3
S. 947							2,4	2,7	2,3	2,8	0,4	1,0	100,0	76,0	55,2		13,3	20,3	25,4	29,5	
S. 949							2,2	1,3	1,6	1,3	3,3	0,0	97,3	95,3	90,0	76,7	26,8	30,9	33,7	41,8	61,8
S. 950							1,5	1,2	1,3	1,2	6,6	1,0	100,0	99,3	90,0	76,7	27,5	31,8	41,0	54,6	82,0
S.1020							2,2	2,0	2,5	1,8	3,3	1,9	100,0	89,3	79,3	49,3	20,1	24,5	31,8	35,4	58,0
S.1023							1,8	3,0	1,4	2,5	4,1	1,5	78,0	73,3	73,3	70,0	23,8	25,9	32,5	43,2	68,3
S.1024							1,5	1,2	1,7	1,3	2,3	0,9	100,0	99,3	81,3		23,7	30,1	36,0	36,2	
S.1070							1,0	1,0	1,0	1,0	3,7	2,4	100,0	100,0	100,0		25,1	31,9	38,3	56,5	
S.1074							1,6	1,9	1,4	1,7	2,3	2,3	100,0	89,3	86,7		20,0	23,7	28,5	29,9	
S.1011							2,0	1,2	1,6	1,2	2,8	0,1	100,0	97,3	52,7	33,3	29,9	34,1	35,2	41,4	60,9
S.1019							3,3	2,6	3,6	2,3	3,7	0,1	100,0				19,0	24,7			
S.1061							2,0	2,3	1,2	1,5	4,4	3,1	100,0	84,0	76,7		23,6	27,1	33,0	41,4	
S.1015							3,5	3,1	2,9	2,2	5,8	3,9	100,0	87,3	64,0		25,0	29,3	34,5	37,2	
S.1023							1,8	3,0	1,2	2,7	6,0	2,1	86,0	80,0	80,0	77,3	22,6	25,7	30,9	40,4	66,0
S. 866							1,3	1,3	1,2	1,1	4,8	5,2	98,7	98,7	96,0	93,3	37,5	45,1	55,6	67,6	123,7
S. 867							1,0	1,2	1,0	1,0	3,9	3,7	99,3	95,3	94,7	93,3	38,9	45,2	52,8	62,1	106,5
S. 886							2,7	2,9	2,3	2,9	4,2	1,3	100,0	95,3	95,3	50,0	26,1	29,5	34,1	35,7	46,1
S. 943							3,6	3,4	3,8	3,3	3,4	6,0	90,0	43,3	36,0		24,9	35,6	42,9	52,1	
S. 946							1,0	1,2	1,0	1,0	4,3	4,9	97,3	96,7	92,0	88,0	26,8	28,8	38,1	49,3	79,7
S. 949							2,2	1,3	1,0	1,1	7,6	1,9	97,3	91,3	84,7	68,7	28,2	32,7	34,5	42,2	65,9
S. 950							1,5	1,2	1,3	1,2	6,9	2,1	100,0	100,0	88,7	79,3	27,1	31,6	41,1	56,1	88,4
S.1011							2,1	1,4	1,6	1,3	4,6	0,7	99,3	98,0	64,0	45,3	25,4	29,0	30,1	35,6	50,9
S.1012							2,4	1,2	1,0	1,0	6,2	2,6	100,0	88,0	50,0	26,0	27,9	31,9	31,9	37,4	50,5
S.1013							3,9	2,8	4,0	2,5	4,3	3,7	100,0	94,7	74,7		22,4	27,1	25,0	24,1	
S.1017							2,9	3,1	2,4	3,0	3,2	2,6	97,3	78,0	52,7			22,4	27,1	25,0	
S.1020							2,2	2,0	2,5	1,6	4,2	2,2	100,0	89,3	80,0	48,0	22,3	26,7	33,3	35,8	55,7
S.1021							2,5	2,6	1,7	2,2	5,6	4,1	96,0	94,0	93,3	76,7	25,4	29,6	33,3	34,4	46,1
S.1022							2,8	3,5	2,4	2,8	5,4	3,1	93,3	79,3	69,3	62,7	24,8	28,3	21,5	26,4	42,5
S.1023							1,8	3,0	1,3	2,6	5,8	2,7	85,3	80,7	78,7	74,7	23,9	26,6	30,7	40,6	61,4
S.1024		1,5	1,2	1,2	1,4	5,9	2,9	100,0	99,3	86,0		23,4	30,5	38,6	46,0						
S.1031		1,8	1,5	1,1	1,2	6,4	2,7	98,0	93,3	92,0	88,0	18,7	24,6	32,8	40,0	62,5					
S.1032		1,1	1,1	1,0	1,0	8,1	2,0	99,2	100,0	100,0	98,3	17,1	19,6	32,8	40,0	73,1					
S.1011		2,4	0,9	1,2	2,3	4,0	0,6	100,0	100,0	42,7	30,7	29,7	37,9	38,5	43,8	65,6					
S.1031		1,4	1,4	1,0	1,2	6,9	3,8	94,0	84,0	80,0	69,3	22,7	28,3	32,3	37,6	56,0					
S.1032		1,1	1,2	1,0	1,1	8,1		100,0	95,8	95,8	95,8	20,2	22,3	31,5	45,9	74,1					
S.1018		3,3	3,0	2,8	2,7	5,1	3,0	99,3	68,9	37,2	2,7	20,7	26,0	26,1	25,3	52,0					
S.1019		3,3	2,6	3,5	2,1	4,4	2,5	94,0				18,3	23,9	28,9							
S. 941		1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	0,1	98,0	98,0	98,0	98,0	8,4	15,6	30,8	57,0	118,6					
S. 941		1,0	1,0	1,0	1,0	2,7	2,0	99,3	99,3	99,3	99,3	8,5	15,9	31,7	60,2	127,5					
S.1070		1,4	1,0	1,0	1,0			98,7	98,0	98,0		5,6	13,6	34,0	52,3						
S.1074		2,5	1,9	2,0	1,6			100,0	95,3	94,7		5,4	10,7	25,2	45,6						
S.1027		2,5	1,3	1,0	1,0	7,8	3,9	98,3	94,2	91,7		11,5	23,0	39,3	65,5						

Bil. 13.3. Blockvisa värden i olika försöksled på halten kväve, kalium, fosfor och magnesium hos granplantors årsbarr på hösten (okt.—nov.), 1 vegetationsperiod efter borrhplantering. Procent av torrsvikt. Ytor S. 1067, S. 1079—80 anlagda 1964, ytor S. 1191—92 anlagda 1965.

Block values for content of N, K, P and Mg (per cent of dry weight) in the current year's needles of spruce (Oct.—Nov.), in different experimental treatments, one growing season after auger planting. Plots S. 1067, S. 1079—80 laid out 1964, plots S. 1191—92 laid out 1965.

Yta Plot	Metod Method	N %					K %					P %					Mg %				
		B l o c k																			
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
S.1067	I	1,39	1,50	1,46	1,48	1,49	0,59	0,76	0,67	0,62	0,76	0,207	0,233	0,212	0,197	0,235	0,096	0,098	0,118	0,095	0,125
	II	1,23	1,24	1,30	1,19	1,18	0,58	0,65	0,60	0,72	0,60	0,182	0,206	0,202	0,243	0,197	0,126	0,121	0,124	0,159	0,135
	III	1,28	1,30	1,36	1,22	1,14	0,58	0,60	0,68	0,62	0,62	0,182	0,181	0,197	0,202	0,188	0,110	0,115	0,111	0,125	0,111
	VII	1,85	2,06	2,34	2,21	2,26	0,66	0,71	0,65	0,74	0,65	0,236	0,244	0,276	0,273	0,280	0,148	0,166	0,188	0,188	0,167
	VIII	1,98	2,15	2,13	2,22	1,82	0,76	0,71	0,74	0,67	0,75	0,259	0,275	0,265	0,269	0,258	0,172	0,164	0,189	0,175	0,168
S.1079	I	1,33	1,39	1,28	1,29	1,15	0,56	0,72	0,61	0,66	0,70	0,183	0,215	0,176	0,193	0,220	0,098	0,111	0,097	0,124	0,136
	VII	1,95	1,97	1,71	2,00	1,56	0,61	0,63	0,55	0,60	0,57	0,170	0,189	0,157	0,210	0,146	0,084	0,090	0,092	0,092	0,076
	VIII	1,49	1,48	1,52	1,33	1,42	0,57	0,46	0,53	0,52	0,51	0,146	0,129	0,157	0,142	0,140	0,081	0,079	0,086	0,084	0,079
S.1080	I	1,29	1,34	1,28	1,56	1,21	0,65	0,66	0,57	0,76	0,60	0,186	0,184	0,165	0,204	0,164	0,083	0,085	0,085	0,116	0,104
	VII	2,05	2,30	2,19	2,07	2,03	0,69	0,63	0,58	0,70	0,64	0,215	0,226	0,218	0,220	0,200	0,095	0,106	0,114	0,108	0,105
	VIII	1,96	2,12	1,84	1,49	1,84	0,59	0,71	0,60	0,67	0,70	0,183	0,212	0,195	0,163	0,188	0,093	0,098	0,106	0,105	0,092
S.1191	I	0,87	0,92	0,99	0,86	0,89	0,36	0,48	0,58	0,53	0,44	0,187	0,212	0,219	0,186	0,186	0,077	0,089	0,083	0,079	0,076
	II	1,08	1,02	1,10	1,06	0,98	0,51	0,51	0,50	0,58	0,53	0,238	0,222	0,210	0,211	0,198	0,102	0,082	0,102	0,088	0,081
	III	1,62	1,76	1,52	1,47	1,46	0,60	0,63	0,68	0,69	0,64	0,239	0,243	0,218	0,246	0,226	0,108	0,128	0,123	0,126	0,136
	VII	1,61	1,78	1,80	1,78	1,64	0,69	0,63	0,62	0,75	0,73	0,240	0,249	0,239	0,230	0,241	0,088	0,090	0,086	0,084	0,107
S.1192	I	1,23	1,26	1,08	1,18	1,11	0,57	0,52	0,56	0,61	0,54	0,199	0,197	0,171	0,192	0,162	0,088	0,096	0,090	0,097	0,084
	II	1,30	1,26	1,15	1,18	1,20	0,49	0,68	0,53	0,53	0,50	0,158	0,182	0,176	0,163	0,140	0,083	0,091	0,088	0,086	0,100
	III	1,54	1,58	1,59	1,51	1,52	0,69	0,70	0,70	0,64	0,58	0,223	0,224	0,201	0,186	0,172	0,112	0,120	0,113	0,112	0,127
	VII	1,42	1,42	1,84	1,70	1,71	0,56	0,57	0,63	0,64	0,61	0,185	0,183	0,179	0,185	0,164	0,070	0,086	0,104	0,085	0,091

Metoder: I. Borrhplant. direkt i marken. Auger planting in the soil.
 II. " i fläckh.n.ruta, 4 x 4 dm. " " " screened spot, 4 x 4 dm.
 Methods: III. " på enkel tilla, 10-15 cm tjock. " " " on single plough ridge, 10-15 cm.
 VII. " + atrazinbespr., 7 x 7 dm, 10 kg/ha. " " and atrazine spray, 7 x 7 dm, 10 kg/ha.
 VIII. " + amitrol+diuron, 7 x 7 dm, 20 kg/ha. " " " amitrol+diuron spray, 7 x 7 dm, 20 kg/ha.

Bil. 13.4. Blockvisa värden jämte medelvärden på granplantors höjdtillväxt under 1:a och 2:a vegetationsperioden efter plantering å försöksled enligt bil. 13.3. Dessutom blockvis besprutningseffekt efter 1:a vegetationsperioden.

Block and mean values for height growth of spruce during first and second growing seasons after planting (for treatments, etc., see Appdix. 13.3.). Also, spray effect, by blocks, after first growing season.

Yta Plot	Metod Method	H ₁ - H ₀					H ₂ - H ₁					E ₁							
		B l o c k																	
		A	B	C	D	E	A-E	A	B	C	D	E	A-E	A	B	C	D	E	A-E
S.1067	I	4,4	4,4	4,6	5,2	4,7	4,6	2,1	2,3	1,8	3,5	2,0	2,4						
	II	4,9	5,8	5,1	6,0	5,3	5,4	4,4	3,9	3,9	6,6	2,4	4,2						
	III	4,5	4,8	3,8	4,3	4,6	4,4	3,7	3,4	3,6	2,0	2,4	3,0						
	VII	5,4	6,3	6,1	6,5	7,2	6,3	5,9	9,1	7,8	10,0	10,3	8,6	4,3	5,6	6,4	6,2	7,0	5,9
	VIII	5,1	5,3	5,8	7,9	5,7	5,9	7,1	7,8	9,9	11,8	5,9	8,5	6,5	7,0	7,6	8,1	6,8	7,2
S.1079	I	5,8	3,4	4,5	5,8	6,5	5,2	8,5	7,3	5,6	7,2	6,7	7,2						
	VII	6,0	6,4	7,3	5,5	5,0	6,1	13,6	14,5	9,4	14,2	8,0	11,9	7,1	7,4	6,6	6,5	7,2	7,0
	VIII	5,0	5,5	5,9	5,5	6,2	5,7	9,4	8,4	10,9	9,3	9,0	9,3	2,3	2,9	2,1	1,6	3,5	2,5
S.1080	I	5,4	5,2	5,2	5,1	5,3	5,2	4,5	6,3	3,5	4,7	4,5	4,8						
	VII	5,9	10,0	7,3	6,4	8,1	7,6	12,3	16,1	9,6	14,3	13,7	13,1	8,1	8,8	7,8	7,6	7,2	8,0
	VIII	7,8	5,5	5,3	6,6	7,4	6,6	14,0	14,9	12,8	10,3	16,1	13,6	6,9	6,2	5,8	5,3	6,7	6,2
S.1191	I	5,6	4,8	6,3	5,5	4,7	5,4	0,2	1,3	2,1	4,3	2,6	2,1						
	II	5,0	5,7	4,6	5,5	5,1	5,1	5,1	5,1	5,9	4,5	4,5	5,1						
	III	3,0	3,7	3,7	4,5	4,9	3,9	7,5	7,8	7,1	6,4	9,4	7,7						
	VII	6,4	5,4	5,0	3,4	3,9	4,9	6,7	9,0	6,7	7,7	2,2	6,5	5,7	5,3	5,6	5,5	6,4	5,8
S.1192	I	3,8	4,6	4,6	3,5	4,4	4,2	2,8	3,7	1,6	2,0	2,3	2,5						
	II	5,5	4,5	4,5	5,5	4,8	5,0	4,9	-0,1	3,5	4,1	4,5	3,4						
	III	4,8	4,4	3,4	3,8	4,0	4,0	4,5	3,5	0,1	1,2	2,6	2,5						
	VII	4,2	3,8	4,1	4,8	5,0	4,4	4,2	3,3	7,1	3,6	6,3	5,0	4,0	4,3	4,9	4,2	4,6	4,4

Bil. 16.1. Uppgifter om plantmedelhöjd i olika försöksled våren och hösten 1963 samt hösten 1964. Gran.

Data for mean seedling height in various treatments in spring and autumn 1963, and autumn 1964. Spruce.

Yta	Kontroll Control			Fläckhackning Screefing			Tilta Single plough ridge			Herbicide Herbicide			SFI-hacka SFI-tool			Maskinplant. Machine planting			Stora planter Large seedl.		
Plot	Medelhöjd, cm Mean height, cm			Medelhöjd, cm Mean height, cm			Medelhöjd, cm Mean height, cm			Medelhöjd, cm Mean height, cm			Medelhöjd, cm Mean height, cm			Medelhöjd, cm Mean height, cm			Medelhöjd, cm Mean height, cm		
	V-63	H-63	H-64	V-63	H-63	H-64	V-63	H-63	H-64	V-63	H-63	H-64	V-63	H-63	H-64	V-63	H-63	H-64	V-63	H-63	H-64
S.946	42,3	56	70,2							44,4	59	73,3									
S.1024	31,5	36,1	30,8				28,9	32,8	37,8	30,8	38,5	39,0	32,0	35,5	33,2				39,0	42,4	29,1
S.1025	29,6	33,3	40,4				27,7	31,2	42,8	28,6	32,1	43,1	30,5	33,3	39,7				38,4	42,0	46,9
S.1026	30,5	38,0	45,2	30,1	34,8	46,3				32,6	44,0	61,4							40,5	46,9	58,2
S.1028	38,7	40,9	38,6	35,9	40,3	40,4				36,8	41,6	38,3									
S.1064	28,2	34,0	-	27,9	34,0	-	24,3	31,2	-	27,8	33,5	-							40,3	48,9	-
S.1065	25,0	29,9	23,0	25,8	30,5	23,0	26,2	29,7	23,3	23,6	27,8	20,4									
S.1070	25,1	31,4	37,5							27,0	34,1	-	29,2	35,3	39,9						
S.1071	22,9	26,9	25,9				22,7	26,2	28,5	23,8	28,1	32,7	23,6	27,5	28,1						
S.1072	22,3	25,4	20,3	20,8	25,2	31,2	22,4	25,0	29,8	21,9	25,8	30,3				17,7	22,7	15,1			
S.1073	22,6	25,3	38,0										23,3	25,5	38,5						
S.1074	20,9	24,2	25,2				20,9	24,0	22,3	19,7	23,4	27,6	20,6	24,1	26,6	16,8	20,8	24,7			
S.1074 ¹⁾	19,7	23,4	27,6													17,2	21,2	28,2			
S.1075	20,2	23,4	25,1	20,9	24,4	26,9	18,0	20,1	21,4	19,9	23,3	24,9									
S.1076	19,8	22,5	22,2				19,9	22,5	19,9	20,6	22,2	23,5	20,1	22,9	23,0	20,0	23,3	24,8			
S.1076 ¹⁾	20,6	22,2	23,5													19,1	22,0	25,6			
S.1077	21,5	24,3	23,9	20,9	24,6	24,2	19,8	21,8	20,0	20,8	24,0	24,2				14,0	17,4	17,1			

1) Med herbicidbesprutning With herbicide spray

Bil. 16.2. Procent topptorra planter av antal levande planter, hösten 1964. Inom parentes antal levande planter. Gran.

Seedlings dead in top, in per cent of all living seedlings, in autumn 1964. Number of living seedlings shown in brackets. Spruce.

Yta	Kontroll Control		Fläckhackning Screefing		Enkel tilta Single plough ridge		Herbicide Herbicide		SFI-hacka SFI-tool		Maskin- plantering Machine planting		Stora planter Large seedl.	
Plot														
S.1024	55	(125)			32	(120)	41	(133)	56	(113)			71	(114)
S.1025	18	(131)			20	(137)	11	(140)	20	(132)			27	(122)
S.1026	29	(69)	12	(106)			12	(139)					21	(81)
S.1028	54	(61)	45	(82)			57	(77)						
S.1065	53	(17) ²⁾	61	(41) ²⁾	47	(15) ²⁾	58	(19) ²⁾						
S.1070	4	(150)					-	-	5	(150)				
S.1071	40	(138)			21	(132)	27	(139)	31	(127)				
S.1072	58	(67)	11	(149)	12	(144)	23	(133)			70	(63)		
S.1073	3	(150)							4	(149)				
S.1074	24	(118)			38	(100)	17	(133)	16	(121)	18	(120)		
S.1074 ¹⁾	17	(133)									15	(142)		
S.1075	20	(40)	14	(118)	44	(18)	26	(101)						
S.1076	30	(105)			38	(87)	18	(112)	27	(91)	27	(128)		
S.1076 ¹⁾	18	(112)									20	(137)		
S.1077	19	(27)	27	(118)	47	(55)	32	(85)			43	(30)		

1) Med herbicidbesprutning With herbicide spray 2) Endast 2 block reviderade Only 2 blocks were revised

Day	Feb				March				April																
	1961		1962		1963		1964		1961		1962		1963		1964										
	M.	Max.	Min.	M.	Max.	Min.	M.	Max.	Min.	M.	Max.	Min.	M.	Max.	Min.	M.	Max.	Min.							
1	2.0	5.0	-1.2	-3.3	0.9	-7.7	-4.4	-0.5	-8.1	-0.7	1.0	-2.0	1.9	6.5	-4.2	2.9	7.0	-1.0	-0.7	4.0	-5.2	1.8	7.0	-4.7	
2	4.4	9.0	-1.1	-2.5	1.0	-6.7	-5.8	-2.5	-11.9	1.4	2.9	-0.6	1.1	6.0	-2.0	3.8	7.0	0.8	0.3	2.8	-4.2	1.8	9.2	-5.5	
3	5.0	7.6	3.0	-3.4	-1.7	-5.0	-0.9	1.4	-3.8	-0.9	1.5	-1.6	1.1	6.0	-4.7	3.8	6.6	-0.1	2.4	3.7	0.8	2.7	9.1	-5.0	
4	4.7	8.0	1.0	-6.2	-2.0	-7.0	-0.9	4.7	-6.2	-2.7	0.0	-6.8	0.6	4.7	-4.2	6.0	9.6	4.7	2.0	3.5	1.0	1.5	7.5	-5.0	
5	4.6	8.0	1.0	-8.8	-2.6	-14.7	-5.1	-0.7	-9.7	-2.3	-0.2	-4.2	1.3	6.0	-3.2	3.0	5.2	0.5	0.9	1.9	0.1	2.2	6.7	-4.0	
6				-8.4	-1.5	-10.5	2.9	3.8	2.2	-3.9	1.0	-12.1	3.5	7.0	-0.5	0.9	3.2	0.0	1.3	6.0	-3.0	2.4	7.2	-3.7	
7	8.7	12.7	4.8	-5.2	-0.2	-11.9	4.0	6.5	-2.0	-1.6	0.7	-7.0	3.5	8.7	3.0	3.0	6.9	-2.0	3.6	11.8	-3.0	2.4	7.5	-3.6	
8	6.0	8.8	1.3	-4.4	-1.1	-12.5	5.3	3.0	-5.3	0.4	3.0	-4.2	4.3	8.7	3.5	2.5	4.5	-0.3	6.6	13.6	-0.1	2.4	8.7	-2.9	
9	5.2	14.0	4.7	-4.4	-0.4	-1.3	5.2	-0.0	-9.5	3.9	7.8	0.1	2.8	6.7	-2.1	2.8	4.6	0.9	1.4	0.0	2.5	5.7	6.8	0.0	
10	9.5	13.5	4.7	-0.3	0.5	-1.2	-5.3	0.2	0.5	-1.5	4.3	9.2	-1.5	4.3	9.5	-2.2	3.6	6.6	-1.1	5.2	12.8	-1.7	5.8	10.1	-2.6
11	7.5	20.5	4.8	-4.1	0.1	-5.8	0.0	1.3	-2.5	3.1	7.5	-1.4	5.9	9.8	1.0	6.2	9.6	1.8	3.4	5.0	1.6	7.3	10.1	-2.5	
12	7.6	10.4	3.8	-9.5	-4.0	-14.8	-0.9	0.7	-1.8	1.5	5.2	-3.2	5.4	8.8	0.8	5.8	9.7	1.7	3.9	6.5	1.3	7.3	10.6	5.6	
13	3.1	7.5	0.4	-8.4	-3.7	-14.0	-5.9	-1.8	-9.5	-2.1	1.0	-5.2	8.5	10.8	6.0	5.5	9.6	2.0	4.4	9.3	1.0	7.9	11.5	5.5	
14	6.0	11.2	0.1	-6.7	-2.4	-14.0	-8.4	-2.7	-13.1	-3.1	-0.5	-5.7	10.3	16.4	5.2	3.5	5.5	1.5	5.5	12.0	-2.0	7.3	11.5	1.5	
15	8.0	13.5	4.8	-5.5	1.0	-13.2	-6.5	-0.7	-16.5	-3.8	0.7	-9.5	10.4	14.4	8.4	4.4	9.6	-2.8	6.5	10.5	1.6	7.8	12.5	1.0	
16	8.5	13.0	2.2	-4.0	2.8	-12.9	-2.1	3.5	-11.2	-2.9	2.6	-11.5	6.6	15.2	5.1	5.3	12.0	-3.5	6.5	10.5	2.9	9.4	13.0	3.5	
17	8.4	12.4	4.2	-1.5	4.8	-10.5	-2.4	2.5	-7.0	-1.2	1.7	-5.1	9.6	16.5	0.8	5.2	8.7	0.5	5.1	11.2	-1.2	14.2	21.6	6.5	
18	3.6	9.3	-1.2	-2.5	2.0	-11.5	-1.3	2.6	-5.0	-3.6	-1.5	-5.0	8.8	13.0	4.0	8.8	13.0	4.6	4.5	10.0	-1.2	15.6	23.6	6.2	
19	-1.1	2.1	-0.9	-1.7	2.6	-8.0	-4.7	-1.2	-8.6	-1.8	-1.2	-5.1	7.6	11.6	1.8	7.0	11.0	3.6	4.2	2.1	1.5	15.0	22.0	6.2	
20	-0.2	4.3	-4.8	-0.9	3.3	-2.6	-8.8	-1.2	-11.2	-1.2	-1.2	-5.1	7.6	11.6	1.8	7.0	11.0	3.6	4.2	2.1	1.5	15.0	22.0	6.2	
21	-0.2	2.3	-6.6	-0.6	0.6	-9.3	-5.6	-0.2	-11.2	-1.2	-1.2	-5.1	7.6	11.6	1.8	7.0	11.0	3.6	4.2	2.1	1.5	15.0	22.0	6.2	
22	0.4	3.1	-5.1	-1.6	2.8	-9.9	-2.8	2.8	-10.6	-0.6	2.0	-2.6	7.1	14.9	-0.6	10.3	14.6	4.0	4.4	5.5	3.0	8.6	15.0	5.8	
23	6.6	10.6	0.0	-2.0	0.8	-4.0	-2.0	2.0	-7.0	-0.4	2.5	-2.2	8.9	17.8	1.5	8.9	13.6	7.5	3.5	5.2	2.2	6.5	11.2	2.8	
24	6.7	8.8	5.0	-2.4	3.0	-12.7	2.4	6.1	-2.9	-0.4	4.1	-3.3	12.8	19.5	3.0	9.2	16.2	0.3	2.7	11.8	-0.2	6.4	10.5	1.5	
25	6.7	10.7	1.8	0.1	4.8	-6.2	2.8	4.3	1.1	0.0	4.7	-6.9	12.6	19.9	3.0	11.4	19.2	1.0	6.2	11.7	-2.1	4.5	9.6	0.5	
26	7.1	9.0	5.0	0.9	4.5	-3.5	-2.9	3.2	-4.3	0.5	5.5	-3.9	13.0	19.1	3.7	9.5	14.9	5.0	10.4	25.7	3.0	7.3	11.5	0.1	
27	3.5	7.0	1.8	1.4	5.2	-1.8	-4.3	-1.7	-7.0	2.2	6.0	-7.0	12.7	20.1	3.8	8.6	12.5	3.1	7.5	12.8	3.9	10.3	14.3	6.4	
28	3.6	6.2	2.0	0.7	3.6	-4.0	-0.6	2.0	-4.0	-0.2	3.6	-5.6	4.9	14.5	2.0	5.9	10.0	3.2	5.3	10.2	0.0	13.5	18.7	6.0	
29	3.0	6.7	-2.1	-1.9	3.0	-3.8	0.3	3.2	-2.8	0.2	4.5	-5.0	7.8	14.8	-3.1	4.1	7.2	1.0	9.4	12.1	6.0	10.2	17.4	6.3	
30	0.8	4.2	-1.3	-0.1	2.0	-5.7	-2.2	0.7	-6.2	1.9	6.0	-2.9				3.6	8.0	-2.1	9.9	13.2	5.8	8.7	10.4	7.6	
31	1.2	4.1	-4.2	2.0	2.8	0.7	-0.5	2.3	-3.2	0.9	5.2	-4.9													

Bil. 16.4. Luftens dygnsvisa minimi-, maximi- och medeltemperatur på standardnivå under november åren 1962—1963 på SMHI:s stationer Nyköping och Linköping.

Min., max. and mean air temps. at standard height, by days, during November in the years 1962—1963 at SMHI stations Nyköping and Linköping.

Dag Date	1962						1963					
	Nyköping, F 11			Linköping			Nyköping, F 11			Linköping		
	M.	Max.	Min.	M.	Max.	Min.	M.	Max.	Min.	M.	Max.	Min.
1	3,5	7,1	0,3	5,0	8,6	2,6	3,5	6,0	-2,7	4,8	5,9	1,6
2	1,4	5,3	-4,1	2,4	4,2	-1,8	5,7	6,6	1,9	6,5	7,0	5,2
3	5,2	6,2	3,8	5,4	6,4	3,8	6,0	6,8	5,6	7,5	8,6	6,4
4	7,5	8,8	5,2	8,2	9,7	6,2	1,8	5,8	-1,1	4,3	7,6	3,6
5	8,3	9,2	6,2	8,8	9,9	4,2	1,5	6,6	-3,9	3,7	5,7	0,0
6	6,5	9,0	5,0	7,3	9,7	6,2	5,0	5,7	2,6	5,1	5,7	3,4
7	6,4	8,8	3,0	6,2	8,5	3,3	5,5	6,4	4,5	6,0	6,5	4,5
8	5,5	8,2	4,0	6,0	7,0	4,0	6,4	8,3	5,2	7,0	8,6	5,2
9	3,6	5,6	1,8	4,2	6,0	2,7	7,4	8,0	6,1	7,5	8,2	7,2
10	1,6	3,1	0,6	1,9	3,1	1,4	1,3	7,0	-1,8	1,6	7,2	-0,4
1	1,2	2,1	0,2	0,8	1,5	0,1	-0,4	2,0	-5,4	0,7	2,5	-2,9
2	3,2	4,8	0,5	3,3	4,7	0,8	4,3	5,5	1,6	4,9	5,5	2,2
3	2,1	4,8	0,7	2,1	3,5	1,4	5,9	7,9	2,1	6,7	8,5	5,2
4	2,7	4,0	0,7	3,6	4,9	0,9	4,6	6,5	3,5	4,5	6,6	3,5
5	4,1	6,0	2,6	3,6	5,0	2,4	5,5	6,8	4,0	4,7	6,9	3,6
6	-0,7	4,8	-3,1	-0,2	3,0	-2,3	3,3	5,6	1,6	4,0	5,8	3,2
7	-4,3	-0,2	-7,9	-3,5	0,6	-5,6	1,7	3,4	-0,9	2,0	4,5	0,8
8	-1,6	3,1	-11,3	-2,0	0,8	-5,8	2,0	5,4	-3,9	3,8	7,2	0,2
9	0,7	2,3	-0,2	0,7	1,1	-1,0	3,9	7,6	-0,4	3,9	8,0	0,0
20	-0,1	1,8	-0,9	0,1	2,0	-1,0	-1,3	0,6	-4,2	-0,3	1,4	-1,2
1	0,2	1,0	-1,3	0,0	1,0	-0,8	0,4	2,7	-2,8	1,5	4,0	-1,5
2	-0,7	1,0	-2,0	-1,3	1,7	-2,8	0,5	2,0	-3,2	1,1	2,0	0,2
3	-4,4	-1,2	-5,7	-5,6	-1,7	-7,0	-5,8	0,1	-11,3	-3,1	0,7	-5,7
4	-5,4	-3,9	-6,7	-5,7	-4,7	-7,0	-9,2	-3,9	-15,7	-6,4	-3,0	-10,5
5	0,0	1,3	-6,4	0,2	1,3	-5,5	0,5	1,7	-4,1	0,6	1,9	-3,8
6	2,3	3,8	-0,8	2,8	4,0	-0,5	1,6	2,7	-1,4	2,9	3,5	1,0
7	1,2	3,8	-0,9	1,5	4,0	0,0	2,5	3,4	1,2	2,6	4,0	1,3
8	-0,6	2,4	-3,8	0,6	2,7	-1,8	3,4	4,2	1,3	3,2	4,2	1,0
9	-4,4	-2,2	-8,4	-2,9	-0,8	-5,5	3,9	4,9	3,4	4,3	4,7	3,8
30	-6,2	-2,6	-9,1	-5,7	-1,4	-8,0	3,1	4,0	2,7	3,2	4,5	2,6

Bil. 16.5. Luftens dygnsvisa minimitemperatur 10 och 25 cm över markyta och tilta vid mätning på olika ytor våren 1964.

Daily minima of air temp. at 10 and 25 cm above normal soil surface and above plough ridge for various plots in spring 1964.

Yta Plot,	Datum för mätning Date of measure- ment	10 cm över mätobjekt 10 cm above surface				25 cm över mätobjekt 25 cm above surface			
		Station 1		Station 2		Station 1		Station 2	
		Mark- yta Soil surface	Tilta Plough ridge	Mark- yta Soil surface	Tilta Plough ridge	Mark- yta Soil surface	Tilta Plough ridge	Mark- yta Soil surface	Tilta Plough ridge
S.1067	5/5	4,3	4,2	4,5	4,0	4,2	4,3	4,2	4,2
	6/5	-0,2	0,6	0,3	1,0	0,9	1,3	0,9	1,3
	7/5	0,1	0,6	1,4	1,0	1,0	1,4	1,0	1,6
	8/5	3,5	4,1	4,3	4,9	4,2	4,7	4,7	5,2
	9/5	3,6	4,6	3,4	4,0	4,6	4,9	3,0	3,6
	10/5	-1,5	-0,4	-0,6	-0,1	-0,2	0,2	0,1	0,6
	11/5	0,6	2,0	0,7	1,8	2,0	2,6	2,0	2,4
S.1066	12/5	5,0	6,5	4,3	6,0	6,4	7,2	5,7	6,4
	13/5	9,5	9,7	9,9	9,7	9,8	9,9	10,0	9,7
	14/5	6,1	6,8	6,0	6,8	6,9	7,2	6,9	7,2
	15/5	2,0	2,9	2,3	3,0	3,0	3,2	3,0	3,4
S. 948	13/5	10,0	10,3	10,2	10,5	10,4	10,6	10,6	10,7
	14/5	5,2	5,5	4,7	5,2	5,7	6,4	6,0	6,3
	15/5	1,0	1,5	0,3	1,0	1,8	2,6	2,0	2,4
S.1024	26/5	-1,6	-1,2			-1,3	-1,1		
	27/5	-0,8	0,4			-0,6	0,3		
	28/5	1,6	1,8			1,6	1,9		
	29/5	0,0	0,5			0,2	0,6		
	30/5	0,4	0,6			0,6	0,7		
	31/5	-0,1	0,2			0,1	0,2		
	1/6	-1,7	-1,6			-1,7	-1,5		
	2/6	-5,4	-4,4			-5,0	-4,7		
S.1064	26/5	-4,0	-2,4			-2,4	-1,7		
	27/5	-3,3	-1,9			-1,8	-0,9		
	28/5	-0,6	0,6			0,7	1,6		
	29/5	-2,1	-0,9			-1,2	-0,5		
	30/5	-2,1	-0,7			-1,0	0,3		
	31/5	-3,0	-1,5			-1,6	-0,5		
	1/6	-4,3	-2,9			-3,4	-2,3		
	2/6	-9,0	-7,0			-7,3	-5,7		